Aufnahmeprüfung FHNW 2013: Physik

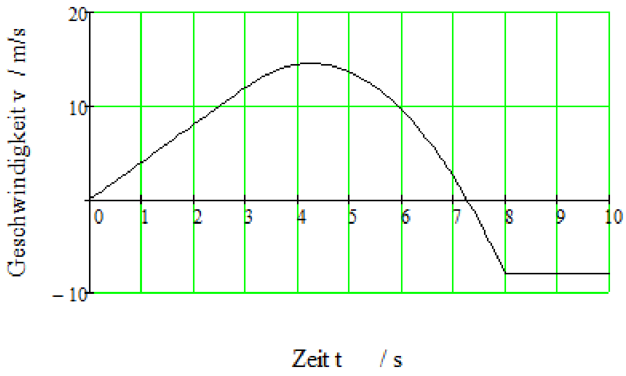
Aufgabe 1

Das nebenstehende Diagramm zeigt den Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf für ein Schienenfahrzeug.

a) Skizzieren Sie qualitativ richtig Sie das zugehörige **Beschleunigungs-Zeit-Diagramm**.

b) um welche Strecke hat sich das Fahrzeug nach t_0 = 10 sec vom Startort entfernt?

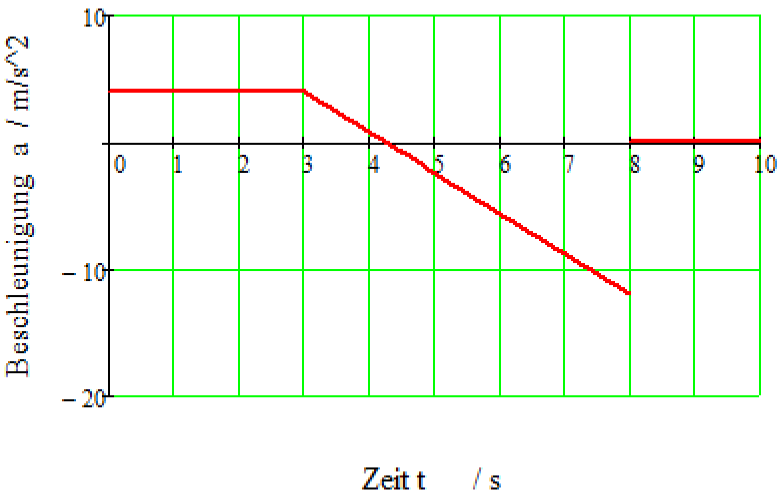
c) Zu welchem Zeitpunkt t_c hat es sich am weitesten vom Startort entfernt?



a) konstante Steigung von 0s - 3s $a := 4 \cdot \frac{m}{s^2}$

von 3s bis 8 s Steigung nimmt ab und wird negativ

von 8 - 10 s Steigung = o $a := 0. \cdot \frac{m}{s^2}$



der Verlauf der Kurve zwischen 3s ... 8s (d.h. ob linear oder nicht-linear) kann nicht exakt aus obiger Kurve herausgelesen werden. Wichtig ist nur, dass die Beschleunigung immer negativer wird.

b) Fläche unter der Kurve entspricht dem zurückgelegten Weg

oberhalb der Nulllinie (d.h. positiv) : ca. 6.2 Häuschen -> 62 m

unterhalb der Nulllinie (d.h. negativ) : ca. 2 Häuschen -> -20 m

Fahrzeug befindet sich bei 10s ca. 42 m vom Startort entfernt

c) nach ca. 7.3 s hier ändert die Geschiwndigkeit das Vorzeichen.

Aufgabe 2

Ein guter Schwimmer will die Reuss bei der Reussbrücke zwischen Gebenstorf und Windisch quer zur Flussrichtung überqueren. Die Fliessgeschwindigkeit der Reuss sei 0.5 m/s (und über die ganze Flussbreite als konstant angenommen). Der Schwimmer schwimmt mit 0.9 m/s relativ zum Wasser. Breite der Reuss: b= 60m.

a) Der Schwimmer „zielt" auf einen flussaufwärts gelegenen Punkt P am gegenseitigen Ufer. Wie gross muss x gewählt werden, damit der Schwimmer das andere Ufer direkt gegenüber erreicht?
b) wie lange benötigt der Schwimmer für die Überquerung?

$v_S := 0.9 \cdot \frac{m}{s}$ längs der gestrichelten Linie

$v_F := 0.5 \cdot \frac{m}{s}$ parallel zur Flussrichtung

b) Geschwindigkeit des Schwimmer quer zur Flussrichtung $v_{Sy} := \sqrt{v_S^2 - v_F^2}$ $v_{Sy} = \sqrt{0.9^2 - 0.5^2} \cdot \frac{m}{s}$

-> $v_{Sy} = 0.75 \cdot \frac{m}{s}$ $t = \frac{b}{v_{Sy}} = \frac{60 \cdot m}{0.75 \cdot \frac{m}{s}} = 80 \cdot s$ $t := 80 \cdot s$

a) $x := v_F \cdot t$ $x = 40\,m$

Aufgabe 3

a) $F_R = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$ Einheitengleichung $\frac{m \cdot kg}{s^2} = [\eta] \cdot m \cdot \frac{m}{s}$

$[\eta] = \frac{kg}{m \cdot s}$ oder $[\eta] = \frac{N \cdot s}{m^2}$

b) $F_{R1} = 0.02 \cdot N = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \pi \cdot r_1^2 \cdot \rho_L \cdot v_1^2$

$F_{R2} = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \pi \cdot \left(\frac{r_1}{2}\right)^2 \cdot \rho_L \cdot (3v_1)^2$ $\frac{F_{R2}}{F_{R1}} = \frac{\frac{r_1^2}{4}}{r_1^2} \cdot \frac{9 \cdot v_1^2}{v_1^2} = \frac{9}{4}$ $F_{R2} := \frac{9}{4} \cdot 0.02 \cdot N$

$F_{R2} = 0.045 \cdot N$

c) Masse ist prop. zum Volumen, d.h. zu r^3

Masse m_2 ist 8x kleiner als Masse m_1

Teil II

Aufgabe 4

Bei einer Fahrradtour fährt Urs 40 Minuten lang mit einer mittleren Geschwindigkeit von 15 km/h, anschliessend mit einer mittleren Geschwindigkeit von 10 km/h. Insgesamt legt er eine Strecke von 24 km zurück.
Wie lange dauert die Fahrt, wenn Urs ohne Pause fährt?

$km/h := kph$

$s_{tot} := 24 \cdot km$ $\quad t_1 := 40 \cdot min$ $\quad v_1 := 15 \cdot km/h$ $\quad x_1 := v_1 \cdot t_1$ $\quad x_1 = 10 \cdot km$

$v_2 := 10 \cdot km/h$ $\quad t_2 := \dfrac{14 \cdot km}{v_2}$ $\quad t_2 = 5040\,s$

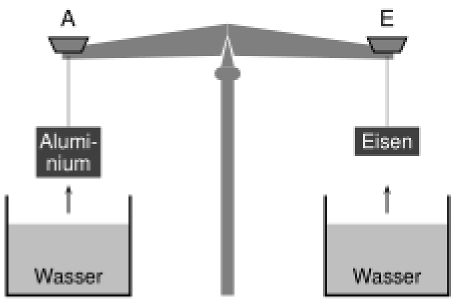
$v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2 = s_{tot}$ $\quad t_2 := \dfrac{s_{tot} - t_1 \cdot v_1}{v_2}$ $\quad t_2 = 5040\,s$ $\quad t_2 = 84 \cdot min$

Gesamtzeit $\quad t_{tot} := t_1 + t_2$ $\quad t_{tot} = 124 \cdot min$ $\quad t_{tot} = 2.067 \cdot hr$

Aufgabe 5

$\rho_{Fe} := 7600 \cdot \dfrac{kg}{m^3}$ $\quad \rho_{Al} := 2700 \cdot \dfrac{kg}{m^3}$ $\quad \rho_W := 1000 \cdot \dfrac{kg}{m^3}$ $\quad M := 1 \cdot kg$

Auf einer Balkenwaage hängen zwei Körper, welche jeweils eine Masse von 1kg besitzen. Die Waage ist im Gleichgewicht.
Nun werden die Wasserbecken angehoben, bis die beiden Körper vollständig ins Wasser eintauchen.
Welche Masse Δm muss in eine der Waagschalen A resp. E hinzugefügt werden, damit die Balkenwaage wieder im Gleichgewicht ist?



Volumina der beiden aufgehängten Körper

$V_{Al} := \dfrac{(1 \cdot kg)}{\rho_{Al}}$ $\quad V_{Fe} := \dfrac{(1 \cdot kg)}{\rho_{Fe}}$

$V_{Al} = 370.4 \cdot cm^3$ $\quad V_{Fe} = 131.6 \cdot cm^3$

Die Kraft auf A resp. E wird bei eingetauchten Massen jeweils um die Auftriebskraft reduziert:

$F_A := M \cdot g - \rho_W \cdot V_{Al} \cdot g$ $\quad F_E := M \cdot g - \rho_W \cdot V_{Fe} \cdot g$

$F_A = 6.175 \cdot N$ $\quad F_E = 8.516 \cdot N$

$$\Delta m := \frac{(F_E - F_A)}{g} = 0.239\,kg$$

Die Masse 0.239 kg muss in A zugefügt werden

Wärmelehre

$N_A := 6.022 \cdot 10^{23} \cdot mol^{-1}$ $R := 8.314 \cdot \frac{J}{mol \cdot K}$

Aufgabe 6A:

In einem Metallzylinder (Volumen V = 2000cm³) ist die Masse m = 2.25g eines idealen Gases eingeschlossen. Der Druck im Zylinder beträgt p = 0.98 bar, die Temperatur sei 22°C.
a) Wieviele Moleküle N des Gases sind im Zylinder eingeschlossen?
b) Welche molare Masse M hat das Gas im Zylinder?
c) Um welches Gas könnte es sich also handeln?

$V := 2000 \cdot cm^3$ $m_{Gas} := 2.25 \cdot gm$ $p := 0.98 \cdot bar$ $T := 295 \cdot K$

a) $p \cdot V = \nu \cdot R \cdot T$ $\nu := \frac{(p \cdot V)}{R \cdot T}$ $\nu = 0.0799\,mol$ $N := \nu \cdot N_A = 4.81 \times 10^{22}$

b) $p \cdot V = \frac{m_{Gas}}{M_{mol}} \cdot R \cdot T$ $M_{Mol} := \frac{R \cdot T \cdot m_{Gas}}{V \cdot p} = 0.028 \cdot \frac{kg}{mol}$

c) Stickstoff N_2

Aufgabe 7A: $kJ := 10^3 \cdot J$

Eine Pfanne aus Eisen (Masse 1kg), gefüllt mit 4 Litern Wasser, soll zum Sieden gebracht werden. Starttemperatur ist 18°C.
a) Welche Energie ist dafür mindestens notwendig? Wesahlb moindestens?
b) Wie lange dauert der Aufheizvorgang, wenn die Kochplatte eine Leistung von 1.8 kW abgeben kann?

$m_{Pf} := 1 \cdot kg$ $T_1 := 18\ °C$ $m_W := 4 \cdot kg$ $c_W := 4182 \cdot \frac{J}{K \cdot kg}$ $c_{Fe} := 452 \cdot \frac{J}{K \cdot kg}$

a) $\Delta Q := (m_{Pf} \cdot c_{Fe} + m_W \cdot c_W) \cdot (100\ °C - 18\ °C)$ $\Delta Q = 1408.8 \cdot kJ$

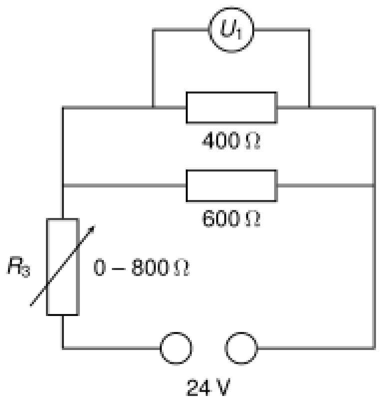
Die Energie zur Aufheizung der Platte sowie Verluste während des Aufheizvorganges werden vernachlässigt.

b) $P_{el} := 1.8 \cdot kW$ $t_{min} := \frac{\Delta Q}{P_{el}} = 782.64\,s$ ca. 13 min

Elektrik

$R_1 := 400 \cdot \Omega$ $R_2 := 600 \cdot \Omega$ $V := \text{volt}$

Aufgabe 6B



a) Berechnen Sie den Ersatzwiderstand der nebenstehend skizzierten Widerstandsanordnung. Das Potentiometer R_3 stehe dabei auf seinem Maximalwert von 800 Ω.

b) Mit einem Voltmeter wird die Spannung U_1 über dem Widerstand R_1= 400 Ω gemessen.

Skizzieren Sie in nachfolgender Grafik den Verlauf von $U_1(R_3)$, wenn R_3 von 800Ω auf 0Ω zurückgedreht wird.

a) Parallelschaltung von 400 Ω und 600 Ω

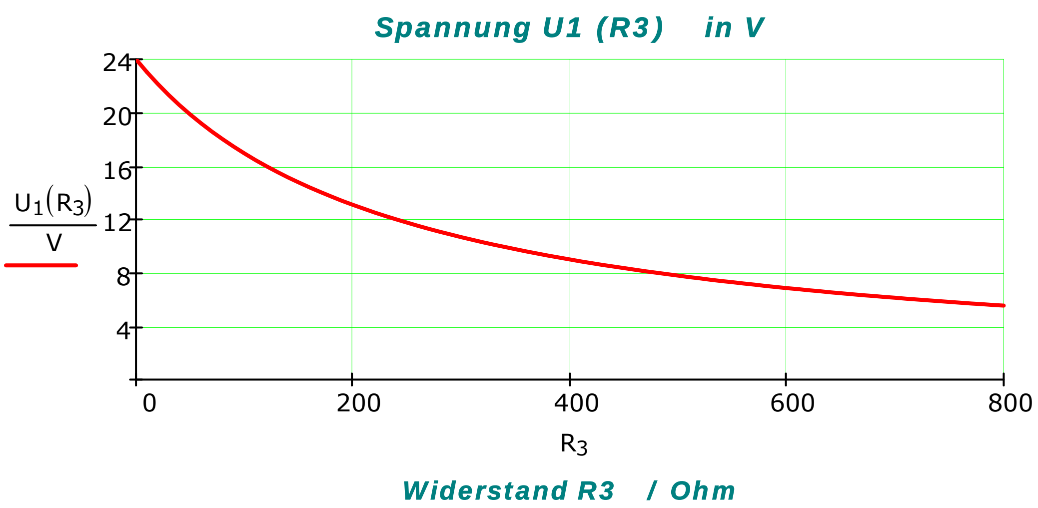
$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \qquad R_{12} := \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 240 \cdot \Omega$$

$$R_{Ersatz} := 800 \cdot \Omega + R_{12} = 1040 \cdot \Omega$$

b) $R_{Ersatz}(R_3) := R_{12} + R_3$ $\qquad R_3 := 800 \cdot \Omega, 790 \cdot \Omega .. 0 \cdot \Omega$

Strom als Funktion von R_3 $\qquad I(R_3) := \dfrac{(24 \cdot V)}{(R_{12} + R_3)}$

Spannung an R_1 als Fkt von R_3 $\qquad U_1(R_3) := 24 \cdot V - R_3 \cdot I(R_3)$



Aufgabe 7B

Bei einer Lichterkette sind 12 identische Lampen hintereinander geschaltet. Die Lampen werden mit der Spannung 240V betrieben. Jede Lampe darf mit maximal 2W betrieben werden.
a) Welcher Strom fliesst durch eine einzelne Lampe?
b) Welche Spannung fällt über jeder Lampe ab?

$P_{max} := 2 \cdot W$ $U_0 := 240 \cdot V$

b) 12 Lampen in Serie: Spannungsabfall über jeder Lampe $\Delta U := 20 \cdot V$

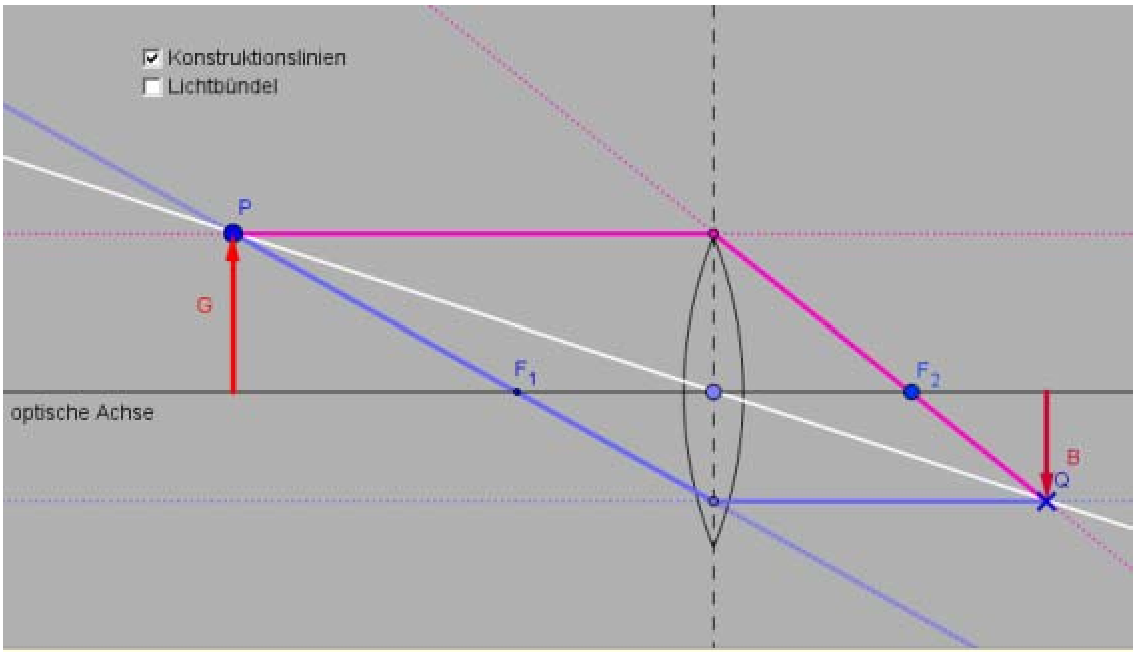
a) $I_{Lampe} := \frac{P_{max}}{\Delta U}$ $I_{Lampe} = 100 \cdot mA$

Optik

Aufgabe 6C

Vor einer Sammellinse mit der Brennweite f = 15cm steht auf der optischen Achse in g = 40cm Abstand von der Linse ein G = 3cm grosser Gegenstand. (Skizze ist nicht massstäblich!)
a) Zeichnen Sie in nebenstehender Skizze die zur konstruktiven Lösung benötigten Strahlen mit dem jeweiligen Verlauf qualitativ korrekt ein.
b) Wo befindet sich das Bild? (Angabe relativ zur Ebene H)
c) Wie gross wird das Bild B ?

$f := 15 \cdot cm$ $g := 40 \cdot cm$ $G := 3 \cdot cm$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ $b := \frac{f \cdot g}{g - f}$



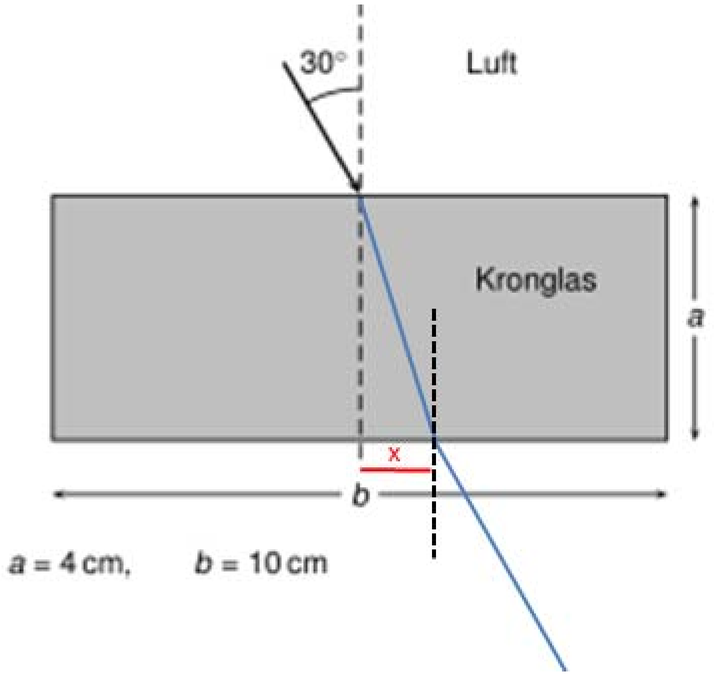
$b = 24 \cdot cm$ $B := \frac{b}{g} \cdot G = 1.8 \cdot cm$

Aufgabe 7C

Ein einfarbiger Lichtstrahl trifft unter einem Winkel von 30°(auf das Lot bezogen) aus Luft auf eine planparallele Platte aus Kronglas.
a) Ergänzen Sie in nebenstehender Skizze den weiteren Verlauf des Lichtstrahls qualitativ richtig (inkl. Austritt aus dem Glasquader).
b) In welchem Abstand x (bezüglich der gestrichelten Linie) tritt der Strahl an der Unterseite wieder aus? Zeichnen Sie x ebenfalls in nebenstehender Skizze ein.
c) Unter welchem Winkel (relativ zum Lot) verlässt der Lichtstrahl den Glasquader?

Brechzahlen:	Kronglas $n_{KG} = 1.56$	Luft $n_L = 1$
Dichten:	Kronglas $\rho_{KG} = 2\,600\,\text{kg/m}^3$	Luft $\rho_L = 1.18\,\text{kg/m}^3$

$a := 4 \cdot cm$ $b := 10 \cdot cm$ $n_{Gl} := 1.56$ $n_L := 1$



$n_L \cdot \sin(30°) = n_{Gl} \cdot \sin(\beta)$ $\beta := \operatorname{asin}\left(\frac{\sin(30°)}{n_{Gl}}\right) = 18.694 \cdot °$

b) $x := a \cdot \tan(\beta) = 13.5 \cdot mm$

c) Austritt erfolgt wieder unter 30°

Akustik

Aufgabe 6D

Bei der Ausbreitung einer Schallwelle der Frequenz 2kHz werden die Wellenlängen in
a) Wasserstoff (20°C), λ = 0.64m und
b) Luft (20°C), λ = 0.17m gemessen. Wie gross ist jeweils die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwelle?
c) Was würde sich ändern, wenn Sie die gleichen Messungen, ebenfalls mit 2kHz, aber bei 30°C durchführen würden?

$f := 2 \cdot \mathrm{kHz}$ $\qquad c = f \cdot \lambda$

a) $\quad \lambda_{H2} := 0.64 \cdot \mathrm{m} \qquad c_{H2} := f \cdot \lambda_{H2} = 1280 \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

b) $\quad \lambda_{Luft} := 0.17 \cdot \mathrm{m} \qquad c_{Luft} := f \cdot \lambda_{Luft} = 340 \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

c) Ausbreitungsgeschwindigkeit würde prop. zu $\sqrt{T}$ zunehmen; damit würde die Wellenlänge um den gleichen Faktor kleiner.

$$c'_{30} = \sqrt{\frac{(303 \cdot \mathrm{K})}{293 \cdot \mathrm{K}}} \cdot c_{20} = 1.017 \cdot c_{20}$$

Aufgabe 7D

Ein Gummiseil ist beidseitig fest eingespannt. In der Nähe der einen Einspannung wird das Seil periodisch mit der Frequenz f_1 angeregt. Dabei entsteht eine stehende Welle mit 2 Knoten.

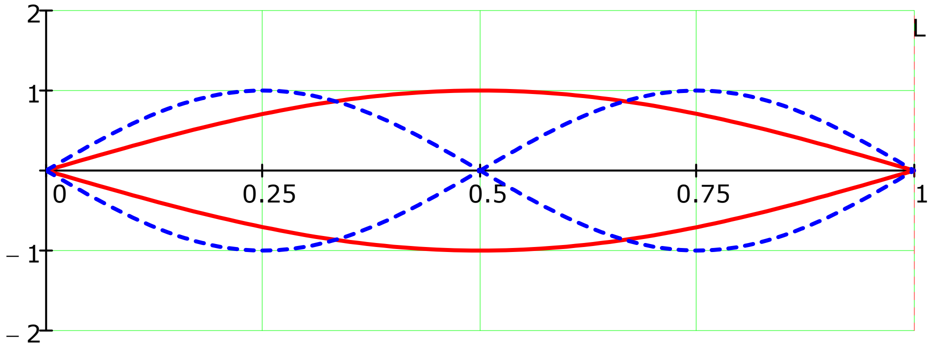
Erhöht man die Erregerfrequenz um 15Hz, so stellt sich ein weiterer Knoten ein.
a) Skizzieren Sie eine stehende Welle (mit 2 Knoten) und tragen Sie in dieser Skizze die Wellenlänge λ ein.
b) Welche Frequenzen $f_1$resp. f_2 haben die beiden Eigenschwingungen?

Oberschwingungen sind ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung

Variante 1: die Einspannstellen werden auch als Knoten mitgerechnet.
Dann entspricht f_1 der Grundschwingung und f_2 der 1. Oberschwingung.

$f_2 = 2 \cdot f_1$ $\quad f_2 = f_1 + 15 \cdot Hz = 2 \cdot f_1$ $\quad f_1 := 15 \cdot Hz$ $\quad f_2 := 30 \cdot Hz$

Schwingungsformen der Saite bei Lösungsvariante I



$\lambda_1 = 2 \cdot L$

$\lambda_2 = L$

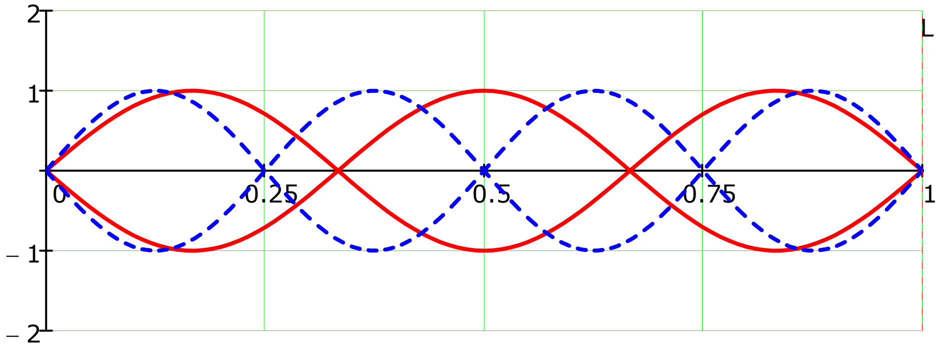
Position x auf der Saite

Variante 2: die Einspannstellen werden **nicht** als Knoten mitgerechnet.
Dann entspricht f_1 der 2. und f_2 der 3. Oberschwingung.

$f_2 = 3 \cdot f_0$ $\quad f_2 = f_1 + 15 \cdot Hz = 3 \cdot f_0$ $\quad f_1 = 2 \cdot f_0$

$f_0 := 15 \cdot Hz$ $\quad f_1 := 2 \cdot f_0$ $\quad f_2 := 3f_0$

Schwingungsformen der Saite bei Lösungsvariante II



$\lambda_1 = \frac{2 \cdot L}{3}$

$\lambda_2 = \frac{L}{2}$

Position x auf der Saite