

Versuch 355

Gekoppelte Pendel

Sebastian Pape
sepa@gmx.de

Jonah Nitschke
lejonah@web.de

Durchführung: 10.01.2017

Abgabe: 17.01.2017

1 Auswertung

Bei den Messungen wurden folgende Komponenten verwendet, die bei den anschließenden Berechnungen als fehlerfrei betrachtet werden:

$$L = 0.03251 \text{ H} \quad (1)$$

$$C = 8.01 \cdot 10^{-10} \text{ F} \quad (2)$$

$$C_{\text{Sp}} = 3.7 \cdot 10^{-10} \text{ F} \quad (3)$$

$$R = 48 \Omega \quad (4)$$

1.1 Justierung der Schwingkreise

Vor den Messungen wurden die beiden Schwingkreise so justiert, dass sie die selbe Resonanzfrequenz besitzen. Bei der Messung ergab sich als Resonanzfrequenz für den linken Schwingkreis folgender Wert:

$$\nu^+ = 31.10 \text{ kHz} \quad (5)$$

Mithilfe der Formel ?? kann der Wert für ν_t^+ ebenfalls bestimmt werden, sodass sich für die beiden Frequenzen eine Abweichung von ca. 2 % ergibt. Der berechnete Wert für ν_t^+ kann Tabelle ?? entnommen werden.

1.2 Bestimmung des Verhältnisses zwischen Schwingung und Schwebung

Mithilfe der Formeln ?? und ?? werden ebenfalls die theoretischen Frequenzen ν_t^+ und ν_t^- aus den oben angegebenen Bauteilen bestimmt und mit folgender Formel das Verhältniss bestimmt:

$$n_t = \frac{\nu_t^+ + \nu_t^-}{2(\nu_t^- - \nu_t^+)}. \quad (6)$$

In Tabelle 1 sind die bestimmten Werte sowie die Abweichungen von experimentell bestimmten Werten zu den theoretisch berechneten Werten zu sehen. Die Abweichung berechnet sich dabei nach folgender Formel:

$$a = \frac{\Delta n}{n} = \frac{|n - n_t|}{n}. \quad (7)$$

C_k in nF	σ_{C_k} in nF	n	ν_t^+ in kHz	ν_t^- in kHz	$\sigma_{\nu_t^-}$ in kHz	n_t	a in %
9.99	0.030	14	30.492	32.730	0.006	14.1	0.8
8.00	0.024	12	30.492	33.259	0.008	11.5	4.0
6.47	0.019	10	30.492	33.874	0.010	9.5	5.0
5.02	0.015	8	30.492	34.777	0.012	7.6	5.0
4.00	0.012	6	30.492	35.770	0.014	6.3	5.0
3.00	0.009	5	30.492	37.328	0.018	5	0.8
2.03	0.006	4	30.492	40.093	0.025	3.7	8.0
1.01	0.003		30.492	47.404	0.039	2.3	

Tabelle 1: Bestimmte Werte für die Fundamentalfrequenzen und Vergleich der gemessenen und berechneten Verhältnisse

Da bei dem Bestimmen der Anzahl an Maxima der Schwingung in einem Schwebungsbauch vor allem an den äußeren Rändern die Maxima nicht klar erkennbar sind, wird bei den gemessenen Werte ein Fehler von ± 1 angegeben.

Für die letzte Kapazitätseinstellung konnte die Anzahl an Maxima nicht eindeutig bestimmt werden, deswegen kann hier kein Vergleich mit den theoretischen Werten erfolgen.

Die angegebenen Fehler berechnen sich dabei mit der Gaußschen Fehlerfortpflanzung und berechnen sich wie folgt:

1.3 Bestimmung der Fundamentalfrequenzen mithilfe einer erzwungenen Schwingung

Mithilfe einer erzwungenen Schwingung und verschiedenen Einstellungen des Kopplungskondensators können die beiden Fundamentalfrequenzen erneut experimentell bestimmt werden. In Tabelle ?? sind die gemessenen Frequenzen sowie deren Abweichungen zu den theoretisch bestimmten Werten zu sehen. Es handelt sich dabei um die in Tabelle 1 angegebenen Werte.

Die Abweichungen werden dabei analog zu Formel (7) bestimmt.

C_k in nF	ν_t^+ in kHz	$a_{\nu_t^+}$ in %	ν_t^+ in kHz	$a_{\nu_t^-}$ in %
9.99	30.77	0.9	33.16	1.3
8.00	30.79	1.0	33.66	1.2
6.47	30.80	1.0	34.25	1.1
5.02	30.81	1.0	35.12	1.0
4.00	30.82	1.1	36.08	0.9
3.00	30.83	1.1	37.60	0.8
2.03	30.84	1.1	40.28	0.5
1.01	30.85	1.2	47.33	0.2

Tabelle 2: Gemessene Fundamentalfrequenzen und die Abweichungen zu den theoretisch berechneten Werten

1.4 Bestimmung der Fundamentalfrequenzen mittels eines Sweeps

In dem letzten Teil der Messung wurden mithilfe eines Sweeps erneut die beiden Fundamentalfrequenzen bestimmt. Dazu wurden sowohl Startwert, Endwert sowie auch Zeitspanne des Sweeps eingestellt. Um die Messungen zu vereinfachen wurden der Startwert ν_S und Endwert ν_E jedes Mal so angepasst, dass der Startwert mit den vorher bestimmten Werten für ν_t^+ übereinstimmt. lediglich die Dauer des Sweeps wurde konstant bei $t_S = 2$ Sekunden gelassen.

Am Oszilloskop wurde dann bei der Messung die Zeitspanne zwischen dem ersten Spannungsmaximum und dem zweiten Spannungsmaximum t_D gemessen. Mit folgender Formel kann dann der Frequenzwert für ν_- bestimmt werden:

$$\nu_- = \nu_S + \frac{t_D}{t_S} \cdot (\nu_E - \nu_S). \quad (8)$$

In Tabelle ?? sind die verschiedenen bestimmten Werte eingetragen, sowie für die Fundamentalfrequenz ν_- die Abweichungen zu den theoretischen Werten.

C_k in nF	$\nu_+ (\nu_S)$ in kHz	ν_E in kHz	t_D in s	ν_- in kHz	a_{ν_-} in %
9.99	30.77	40.00	0.500	33078	1.0
8.00	30.79	40.00	0.600	33533	0.9
6.47	30.80	40.00	0.740	34204	1.0
5.02	30.81	40.00	0.925	35060	0.8
4.00	30.82	40.00	1.125	35984	0.6
3.00	30.83	40.00	1.475	37593	0.7
2.03	30.84	50.00	1.000	40420	0.8
1.01	30.85	55.05	1.360	47306	0.2

Tabelle 3: Mithilfe der Sweep-Methode bestimmte Werte für die Fundamentalfrequenzen und die Abweichungen zu den theoretisch bestimmten Werten