

Paul Saß,  
Marc MüllerVersuch 14 - Mathematisches PendelGeräte

- Mathematisches Pendel mit 2 Spiegelstufen
- Stoppuhr
- Messschieber
- Lichtschranke mit Zähler

Bestimmung der Länge

Zunächst wird die Länge des Pendels gemessen. Dies wird dreimal gemacht

Tabelle 1: Längenmessung

Messung	Aufhängung $l_0$	Obere Kante Kugel $l_{K0}$	Untere Kante Kugel $l_{Ku}$	
1	(97,40 $\pm$ 0,10) cm	(5,80 $\pm$ 0,10) cm	(2,30 $\pm$ 0,10) cm	Fehler: $\Delta a = 0,10$
2	(93,10 $\pm$ 0,10) cm	(7,40 $\pm$ 0,10) cm	(3,30 $\pm$ 0,10) cm	
3	(97,20 $\pm$ 0,10) cm	(5,50 $\pm$ 0,10) cm	2,00 $\pm$ 0,10 cm	

$$\text{Länge Fadenpendel: } l = l_0 - \frac{1}{2}(l_{K0} + l_{Ku}) , \quad \Delta l = \sqrt{\frac{3}{2}} \Delta a \approx 0,12$$

$$\text{Länge Faden: } l' = l_0 - l_{K0} , \quad \Delta l' = \sqrt{2} \Delta a \approx 0,14$$

Tabelle 2: Pendellänge

Messung	$l$ [cm]	$l'$ [cm]
1	$93,35 \pm 0,12$	$91,60 \pm 0,14$
2	$93,45 \pm 0,12$	$91,70 \pm 0,14$
3	$93,45 \pm 0,12$	$91,70 \pm 0,14$

Daraus folgt:

- $\bar{l} = 93,417 , \sigma_{\bar{l}} = 0,027 \Rightarrow \Delta \bar{l} = \sqrt{(\Delta l)^2 + \sigma_l^2} \approx 0,12 \Rightarrow \bar{l} = (93,42 \pm 0,12) \text{ cm}$
- $\bar{l}' = 91,667 , \sigma_{\bar{l}'} = 0,027 \Rightarrow \Delta \bar{l}' = 0,14 \Rightarrow \bar{l}' = (91,67 \pm 0,14) \text{ cm}$

## Bestimmung der Anzahl an Schwingungen

Nun wird mit einer groben Messung von 5-mal 20 Schwingungsperioden die Schwingungsperiode  $T_0$  bestimmt.

Tabelle 3: Messung von  $T_0$

Messung	$t$ [s]	$T_0$ [s]	$\bar{T}_0$ [s]
1	38,76	1,938	
2	38,82	1,941	
3	38,87	1,9435	
4	38,82	1,941	
5	38,84	1,942	

$$\Delta t = 0,20\text{s}$$

Es gilt für die vorige Anzahl der Schwingungen  $n$  für die nächste Messung:

$$\frac{2\Delta t}{nT_0} = 0,3 \frac{\Delta t}{T_0} \Leftrightarrow n = \frac{2\Delta t}{0,3\Delta t T_0} \approx 535$$

D.h. es wird versucht 600 Schwingungsperioden zu messen, wird aber vermutlich nur bis 300-400 möglich sein, die Schwingung noch zu erkennen.

## Messung mit $n$ Schwingungen

Nun wird die Periodendauer  $T$  über die Messung von möglichst 600 Schwingungsperioden bestimmt. Dabei wird auch die Amplitude  $A$  alle 30 Schwingungen abgelesen.

Nulllage:  $x_0 = (11,90 \pm 0,10) \text{ cm}$

Tabelle 4: Amplitudenmessung

Messung	Schwingung	$x_A$ [cm]	A [cm]	$\Delta A = \sqrt{0,3^2 + 0,1^2} \approx 0,3$
1	-1	24,0 $\pm$ 0,3	12,1 $\pm$ 0,3	
2	20	23,2 $\pm$ 0,3	11,3 $\pm$ 0,3	
3	40	22,8 $\pm$ 0,3	10,9 $\pm$ 0,3	
4	60	22,2 $\pm$ 0,3	10,3 $\pm$ 0,3	
5	80	21,6 $\pm$ 0,3	9,7 $\pm$ 0,3	
6	100	21,1 $\pm$ 0,3	9,2 $\pm$ 0,3	
7	120	20,6 $\pm$ 0,3	8,7 $\pm$ 0,3	
8	140	20,1 $\pm$ 0,3	8,2 $\pm$ 0,3	
9	160	19,5 $\pm$ 0,3	7,6 $\pm$ 0,3	
10	180	19,0 $\pm$ 0,3	7,1 $\pm$ 0,3	
11	200	18,6 $\pm$ 0,3	6,7 $\pm$ 0,3	
12	220	18,1 $\pm$ 0,3	6,2 $\pm$ 0,3	
13	240	17,6 $\pm$ 0,3	5,7 $\pm$ 0,3	
14	260	17,2 $\pm$ 0,3	5,3 $\pm$ 0,3	
15	280	16,7 $\pm$ 0,3	4,8 $\pm$ 0,3	
16	300	16,4 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,3	
17	320	16,1 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,3	
18	340	15,8 $\pm$ 0,3	3,9 $\pm$ 0,3	
19	360	15,6 $\pm$ 0,3	3,7 $\pm$ 0,3	
20	380	15,4 $\pm$ 0,3	3,5 $\pm$ 0,3	
21	400	15,1 $\pm$ 0,3	3,2 $\pm$ 0,3	
22	420	15,0 $\pm$ 0,30	3,1 $\pm$ 0,3	
23	440	14,8 $\pm$ 0,3	2,9 $\pm$ 0,3	
24	460	14,5 $\pm$ 0,30	2,6 $\pm$ 0,3	

25	480	$14,4 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,3$
26	500	$14,2 \pm 0,3$	$2,3 \pm 0,3$
27	520	$14,1 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,3$
28	540	$14,0 \pm 0,3$	$2,1 \pm 0,3$
29	560	$13,9 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,3$
30	580	$13,9 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,3$
31	600	$13,8 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,3$ ← Zeit wurde vergessen zu stoppen
32	620	$13,8 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,3$

gemessene Zeit für 620 Schwingungsdauern:  $t_{620} = 20\text{min und } 1,71\text{ s}$

Durchmesser Kugel:  $d = (3,500 \pm 0,025)\text{ cm}$

V. Lenz