Experimentelle Übungen I

Versuchsprotokoll M3

Elastizität

Hauke Hawighorst, Jörn Sieveneck

Gruppe 9

h.hawighorst@uni-muenster.de

j_siev11@uni-muenster.de

betreut von

Christian Thiede

6. Dezember 2017

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung

2. Torsionsschwingung

2.1. Methoden

Das Experiment unterteilte sich in zwei Abschnitte, im ersten wurde die Schwingungsdauer eines Torsionspendels mit Zylinder um das Schubmodul G des Drahtes zu bestimmen. Dies bildetet die Grundlage um anschließend die Trägheitsmomente der Hantel mit Gewichten in verschiedenen Abständen der Roationsachse zu bestimmen. Gemessen wurden daher alle für das Schubmodul relevanten Größen, d.h. die Schwingungsdauer die Abmessungen des Drahtes und der Gewichte sowie die Masse letzterer. Dies wurde sowohl für den Zylinder, die Hantel ohne Scheiben und mit aufgelegten Scheiben in fünf verschiedenen Abständen durchgeführt. Der Radius des Drahtes wurde an fünf stellen je dreimal gemessen.

2.2. Daten und Analyse

Bei der Messung des Radius des Drahtes wurde in 13 von 15 Messungen der selbe Wert festgestellt, dies war zudem der Mittelwert. Daher ist davon auszugehen das der Draht eine im Vergleich zur Messgenauigkeit konstante Dicke aufweist. Die Unsicherheit ergab sich nach den Gleichungen **??**, A.3 und A.4 aus der statistischen Unsicherheit und einer Ablesegenauigkeit von $\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$ m. Alle weiteren Entfernungen wurden einmal gemessen, da sie nicht in vierter Potenz in das Schubmodul eingehen, hier wurden Dreiecksverteilungen mit $a = 1\,\mathrm{mm}$ angenommen. Die auf den Gewichten gegebene Masse wurde als gegeben und exakt im Vergleich zu den anderen Messungenauigkeiten angenommen.

Mit den Messdaten aus Tabelle 1 und Gleichungen 2.1 und 2.2 folgt für das Schubmodul des Drahtes $G + -\Delta G = (8{,}74 \pm 0{,}10) \cdot 10^9\,\mathrm{kg/ms^2}$.

Tabelle 1: Messdaten des Torsionspendels mit Zylinder

Messgröße	Messwert
Länge des Drahtes L_D	$(1{,}8150 \pm 0{,}0004)\,\mathrm{m}$
Masse des Zylinders m_z	$2{,}648\,\mathrm{kg}$
Radius des Zylinders R_z	$(0{,}0735 \pm 0{,}0004)\,\mathrm{m}$
Radius des Drahtes R_D	$(2{,}500 \pm 0{,}002) \cdot 10^{-4}\,\mathrm{m}$
Gemittelte Schwingungsdauer T	$(97{,}74 \pm 0{,}11)\,\mathrm{s}$

$$G = \frac{4\pi L_D m_z R_z^2}{R_D^4 T_z^2} \tag{2.1}$$

$$\Delta G = G\sqrt{\left(\frac{\Delta L_D}{L_D}\right)^2 + \left(2\frac{\Delta R_z}{R_z}\right)^2 + \left(4\frac{\Delta R_D}{R_D}\right)^2 + \left(2\frac{\Delta T_z}{T_z}\right)^2} \tag{2.2}$$

2.3. Diskussion

3. Schlussfolgerung

A. Anhang

A.1. Verwendete Gleichungen

Standardunsicherheit der Rechteckverteilung u für die Intervallbreite a:

$$u = \frac{a}{2\sqrt{3}} \tag{A.1}$$

Standardunsicherheit der Dreieckverteilung u:

$$u = \frac{a}{2\sqrt{6}} \tag{A.2}$$

Standardunsicherheit des Mittelwertes der Normalverteilung u für die Messwerte x_i und den Mittelwert$\bar{x}$:

$$u(\bar{x}) = t_p \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \tag{A.3}$$

Kominierte Standartunsicherheit der Messgröße $g(x_i)$

$$u(g(x_i)) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial g}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2} \tag{A.4}$$