M20b – Federpendel

1. Versuchsziel

Ziel des Versuchs war zunächst die Bestimmung der Federkonstanten D mithilfe der statischen und der dynamischen Methode. Zudem wurden die elastischen Eigenschaften von Gummi und der Gleitreibungskoeffizient von Stahl auf Stahl untersucht.

1. Grundlagen
2. Versuchsaufbau und Durchführung

3.1 Statische Methode

Die weiche Feder wird aufgehängt und die Länge der Feder ohne Belastung gemessen. Es wird nun ein 50g Gewicht an die Feder gehängt und die Länge der Feder wird gemessen. Man hängt weiter Gewicht mit 50g an die Feder, misst jeweils die Länge der Feder, bis insgesamt 450g an der Feder hängen. Die Messung wird mit der harten Feder wiederholt. Man misst, wie bei der weichen Feder auch, zunächst die Länge der Feder ohne Gewichte. Es wird nun ein 100g Gewicht angehängt und die Länge bestimmt. Gemessen wird in hunderter Schritten bis zu einer gesamten angehängten Masse von 1000g.

3.2 Dynamische Methode

Um die Federkonstante durch die dynamische Methode zu bestimmen, wird an die weiche Feder ein 50g Gewicht angehängt. Die Feder wird um 2 cm nach unten ausgelenkt und losgelassen. Gemessen wird die Dauer von 10 Perioden. Die angehängte Masse wird nach drei Wiederholungen der Messung um 50g erhöht und man misst erneut drei Mal die Dauer von 10 Perioden. So fährt man fort, bis zu einem angehängten Gewicht von 450 g. Die weiche Feder wird mir der harten Feder ausgetauscht. Die Messungen mit der harten Feder sind analog zu der weichen Feder durchzuführen. Der Unterschied ist, dass man mit einem Anfangsgewicht von 400g beginnt und in 100g Schritten bis zu einem angehängten Gesamtgewicht von 1000g.

3.3 Elastische Eigenschaften von Gummi

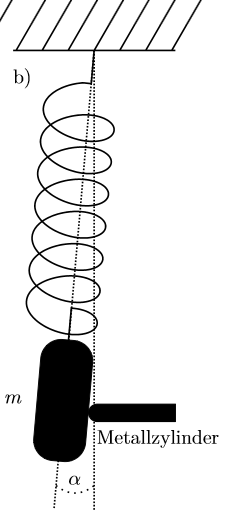
Zwei Gummis werden aufgehängt. Eine 50g Masse wird an einer Sicherheitsschnur befestigt. Die Schnur wird neben den Gummis aufgehängt, die Masse wird an die Gummis gehängt. Die Länge der Gummis wird gemessen. Nach jeder Messung werden weitere 50 g Gewichte an die Gummis gehängt, bis insgesamt 450 g an den Gummis hängen. Nun werden die Gewichte der Reihe nach wieder abgenommen, die Länge der Gummis wird jedes Mal erneut gemessen.

3.4 Bestimmung der Federkonstante mit measure Dynamics

Es wird mit einer Kamera ein y(t) Schwingungsdiagramm für die weiche Feder erstellt. Dazu wird eine Masse von 400 g an die weiche Feder gehängt und eine Kamera wird vor dem Gewicht befestigt. Ein Schwingungsvorgang wird mit der Kamera etwa 20 Sekunden aufgezeichnet. Mit der Software measure Dynamics wird dieses ausgewertet. Dazu wird das Video in dem Programm geladen und mithilfe der Videoanalyse ausgewertet. Dazu muss unter dem Menüpunkt Skalierung ein Maßstab von entweder 7 cm für die Länge des Gewichts oder 3 cm für die Breite des Gewichts gewählt werden. Unter dem Menüpunkt Automatische Analyse wird das Video mit der Bewegungserkennung mit Farbanalyse ausgewertet. Die Darstellung des Diagramms muss noch umgestellt werden, dann ist die Bearbeitung des Videos fertig.

3.5 Gleitreibung von Stahl auf Stahl

Hier den Text neben das Bild einfügen



Den Gleitreibungskoeffizienten \mu von Stahl auf Stahl bestimmt man mittels Videoanalyse. Hinter das 400g Gewicht wird ein Metallzylinder so ausgerichtet, dass er das Gewicht berührt. Der Metallzylinder wird zunächst so eingestellt, dass der Winkel \alpha klein ist. Die Kamera wird vor dem Gewicht befestigt. Es wird ein Video von dem Schwingungsvorgang mit Dämpfung aufgezeichnet und, analog zu dem Vorgehen in 3.4, mit measure Dynamics ausgewertet.

Die Aufzeichnung und Auswertung wiederholt man für einen größeren Winkel \alpha.

1. Formeln

Formel für die Federkraft

F=D \cdot x\_1

F: Federkraft

D: Federkonstante

X\_1: Längendifferenz der Feder

Formel für die Periodendauer

T=\sqrt{\frac{m+\frac{m\_F}{3}}{D}}\cdot 2\cdot \pi

T: Periodendauer

m: Angehängte Masse an die Feder

m\_F: Masse der Feder

Formel für die Reibekraft

F\_R=\mu \cdot F\_N = \mu \cdot \frac{a}{h} \cdot F\_G= \frac{D\cdot x\_2}{2}

F\_R: Reibkraft

x\_2: Amplitudendifferenz zwischen zwei benachbarten Extrema

\mu: Gleitreibungskoeffizient

F\_N: Normalkraft

F\_G: Gewichtskraft

h: Ankathete zum Winkel \alpha

a: Gegenkathete zum Winkel \alpha

Umformen der Gleichungen für Reibung ergibt:

\mu=\frac{D \cdot x }{2 \cdot g \cdot m \cdot \cos(\alpha)}

Formel zur Fehlerrechnung der statischen Methode

\frac{\partial D}{\partial x} = \frac{-F\_R}{x^2}

\frac{\partial D}{\partial m} = \frac{g}{x}

\Delta D= \frac{\partial D}{\partial x} \cdot \Delta x + \frac{\partial D}{\partial m} \cdot \Delta m

g: Gewichtskraft

Formel zur Fehlerrechnung der dynamischen Methode

\Delta D= \frac{\partial D}{\partial m}=\frac{4 \cdot \pi ^2}{T^2}

1. Messwerte
2. Auswertung
3. Fehlerquellen und Fehlerrechnung
4. Zusammenfassung