TORSIONSGERÄT, TORSIONSWAAGE

1. BESCHREIBUNG

Das Torsionsgerät (2002076) besteht aus:

1. Einem Rahmen aus rechteckigen Stahlprofilen (Querschnitt der Stäbe 20 x 20 mm).
In horizontaler Lage beträgt die Länge 60 cm und die Höhe 32 cm.
In senkrechter Position ist die Höhe 60 cm, wobei die Grundfläche ein Dreieck von
(B) 35 x (H) 35 cm bildet.

2. Einer weißen, in 360° geteilten Kreisscheibe mit einem Durchmesser von 250 mm. Diese dreht sich vor einem fixen Punkt um die eigene Achse und zeigt somit die Torsionwinkel an.

3. Zwei Spannfuttern zum Einspannen der Probedrähte. Das eine Spannfutter ist an der Kreisscheibe an einem konzentrischen Rohr angebracht, wobei die Scheibe durch eine Schraube mit diesem verbunden ist. Das zweite Spannfutter dient an der entgegengesetzten Seite des Hauptgestells zum Spannen eines Baumwollfadens.

4. Einem Stahldraht als Probedraht.

5. Einer Schraube zum Blockieren des Spannfutters an der Ablesescheibe.

6. Einer Schraube zum Einstellen des Gerätes in senkrechte Position.

7. Einer Libelle (Wasserwaage).

8. Einer Markierung zur Einstellung der Gleichgewichtsposition des Waagebalkens.

9. Bewegliche Massen, die auf den Balkenarm aufgesetzt werden.

10. Einem Waagebalken, der mit dem entgegengesetzten Spannfutter – dem der Ablesescheibe, verbunden ist.

11. Einer Waage mit mittlerem Spannfutter und graduierter Scheibe (Durchmesser 250mm).

12. Einem Bügel, der aus zwei seitlichen Armen besteht, an denen je eine kugelgelagerte Rolle mit Rille befestigt ist.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

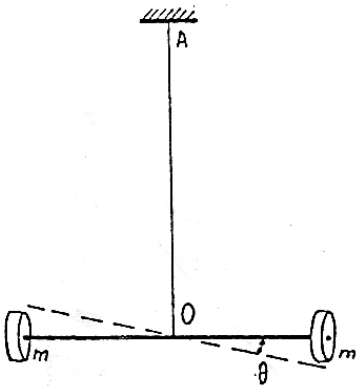
2. STATISCHE MESSUNGEN

2.1. Montage des Gerätes

a. Das Rahmengestell (1) wird horizontal hingelegt.
b. Die Kreisscheibe (2) wird so an dem Gestell befestigt, dass man die Teilung von vorne, vor dem Index ablesen kann.
c. Die Stellschraube nicht vollständig blockieren, damit sich die Scheibe in frei drehen kann.
d. Das Spannfutter (3) mit dem Rohr auf der Achse der Ableseseheibe verbinden. Danach den Stahldraht mit dem zweiten Spannfutter befestigen, entgegengesetzt von dem, der an der Kreisscheibe am Waagebalken angebracht ist
e. Das andere Ende des Stahldrahtes mit dem Spannfutter einspannen, das sich neben der Scheibe befindet. Das überhängendes Stück des Drahtes kann über das äußere Rohrende hinausragen.
f. Den Draht an dem Spannfutter, das sich neben der Scheibe befindet mit der Länge (L) einspannen. Anschließend den Stahldraht spannen, indem man das Rohr in der Bohrung der Scheibe (2) verschiebt und mit Hilfe der Schraube befestigt (5).
g. Die kleine Waagschale an einer Seite des Waagebalkens anhängen (10). Die Scheibe so drehen, dass sich der Waagebalken in horizontaler Lage befindet.
h. Den Index zum Markieren der Gleichgewichtsposition – in der Höhe passend – so positionieren, dass sich der Waagebalken in der Gabelung befindet. Danach die Horizontalposition des Waagebalkens – durch Hin- und Herdrehen der Scheibe - genau einstellen.
i. Die Anzeige der graduierten Kreisscheibe vor dem Index kennzeichnen.
j. Jetzt ist das Gerät betriebsbereit.

2.2 Torsionspendel

Ein System zweier Massen (m), die miteinander durch einen waagerechten Stab verbunden sind, wird an einem Ende eines Torsionsdrahtes (0-A) befestigt. (s. Abb.)



Von Hand um einen Winkel □ ausgelenkt, wird das dadurch entstandene Torsions-Pendel, das aus seinem ursprünglichen Gleichgewichtszustand gebracht wurde, schwingen.

Die Differentialgleichung des Torsionspendels lautet:

0 (ohne Dämpfung)

$$I \frac{d:\theta}{dt^2} + C\,\theta = f \frac{d\theta}{dt}$$ (Flüssigkeits-Dämpfung)

± m (feste Dämpfung)

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Wobei

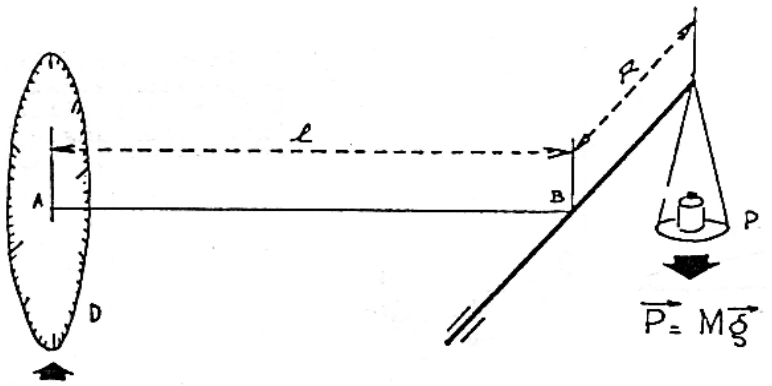
I :	Trägheitsmoment der Achse O-A des Pendels
θ :	Drehwinkel des Pendels
C :	Torsionskonstante des Drahtes O-A
F und m :	charakteristische Konstanten für Dämpfungen

Werden die Dämpfungen nicht berücksichtigt, so lautet die Gleichung:
$\theta = \theta . \cos (w.t + O)$

Die Dauer T der Schwingung ergibt sich aus:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\ \pi \sqrt{\frac{l}{C}}$$

2.3. Statische Messungen



Der zylindrische Draht, dessen Eigenschaften untersucht werden sollen, wird zwischen 2 Punkten - A und B - wie auf obiger Zeichnung gezeigt, eingespannt.

Annahme: l = die Länge des Drahtes (zwischen den 2 Spannfuttern) (3)
D = sein Durchmesser

Wird eine Masse (M) auf die Waagschale (P) gelegt, so wird der Gleichgewichtszustand des Waagebalkens verändert.
Dieser Gleichgewichtszustand kann durch eine Drehung θ der Scheibe D wieder hergestellt werden.

Legen Sie verschiedene Massen M auf die Waagschale und notieren Sie die entsprechenden Winkel der Drehung θ.

Zeichnen Sie die Kurve θ (P) und überzeugen Sie sich, dass θ proportional zu P ist.

Das Verhältnis C θ = PR erlaubt, den Wert C zu ermitteln (indem R bekannt ist) von der Neigung der vorliegenden Kurve.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Desgleichen haben wir das Verhältnis

$$C = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d^4}{l} \cdot \mu$$

wobei d = Durchmesser des Drahtes
l = Länge des Drahtes

μ = Torsionswiderstand des Drahtes

Mit einem bestimmten Draht (wobei μ und d = konstant) verändert man die Länge l, entsprechend der Entfernung A - B.

Nehmen Sie die Masse m = konst., notieren Sie die aufeinander folgenden Werte von θ.

Zeichnen Sie die Kurve C = $\frac{1}{l}$ und zeigen Sie, dass C umgekehrt proportional zu l ist.

Verwendet man mehrere Drähte mit gleichen Eigenschaften und Längen und variiert man den Abstand, kann man die entsprechenden Werte für θ bestimmen (Masse M = konstant).

Zeichnen Sie C (d4) und zeigen Sie, dass C proportional zu d4 ist.

Anmerkung
Sind C, l und d bekannt, kann man eventuell den Wert μ des Torsionswiderstandes des Drahtes ableiten.

3. DYNAMISCHE MESSUNGEN

3.1. Montage des Gerätes für dynamische Messungen

- Das Gerät wird bleibt so, wie es für den vorherigen Versuchsaufbau verwendet wurde.
- Stellen Sie das Gerät senkrecht, so dass es auf den Stellschrauben steht, wobei sich die Scheibe dann auf der Oberseite befindet. Mit Hilfe der Stellschrauben (6) stellen Sie die horizontale Lage des Gerätes ein (mit Hilfe der Libelle).

3.2. Handhabung für dynamische Messungen

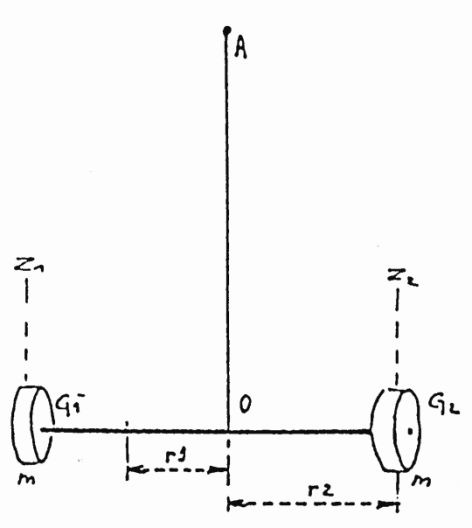
a.) Gleichzeitigkeit der Schwingungen Messen der Periode der Schwingungen bei verschiedenen Amplituden in folgenden Fällen:

- ohne Mehrbelastung: T = To
- mit 2 aufgelegten Gewichten bei einem Abstand r1: T = T1
- mit 2 aufgelegten Gewichten bei einem Abstand r2: T = T 2

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

Stellen Sie fest, dass in jedem der genannten Fälle T nicht von der Amplitude der Schwingungen abhängt.

b.) Bestimmung des Trägheitsmomentes Io und der Torsionskonstanten C
des zu untersuchenden Drahtes



Die Periode der Schwingungen des Pendels, ohne Mehrbelastung, ergibt sich aus der Formel:

$$T_o = 2\,\pi\,\sqrt{\frac{Io}{C}}$$

Io ist das Trägheitsmoment des Torsionspendels ohne Mehrbelastung.

Sowie man Zusatzmassen (9) hinzufügt – bei Abständen R1 und R2 zu O, werden auch die Trägheitsmomente, die den Perioden T1 und T2 entsprechen, folgendermaßen sein:

für r1: $I_1 = I_o + 2\,mr_1^2 + 2\,I_G$

für r2: $I_2 = I_o + 2\,mr_2^2 + 2\,I_G$

unter der Voraussetzung, daß IG das Trägheitsmoment bei einer Mehrbelastung G1 Z1 oder G2Z2 ist.

Werden die Perioden T1 und T2 definiert durch

$$T1 = 2\,\pi\,\sqrt{\frac{I_1}{C}} \qquad \text{und} \qquad T2 = 2\,\pi\,\sqrt{\frac{I_2}{C}}$$

schließt man:

$$C = 8\,\pi^2\,m\,.\,\frac{r_2^2 - r_1^2}{T_2^2 - T_1^2} \quad \text{und} \quad Io = 2\,m\,.\,\frac{(r_2^2 - r_1^2)T_0^2}{T_2^2 - T_1^2}$$

Ausgehend von folgenden Gleichungen

$$T = 2\,\pi\,\sqrt{\frac{I}{C}} \qquad \text{und} \qquad C = \frac{\pi}{32}\,.\,\mu\,\frac{d^4}{l}$$

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com

kann folgendes abgeleitet werden:

$$T = 8\sqrt{\frac{2\pi I}{\mu}} \cdot \frac{\sqrt{l}}{d^2}$$

Verwendet man Drähte unterschiedlicher Längen, zeichnet man T = f (l) und stell fest, daß T proportional $\sqrt{l}$ ist.

Verwendet man mehrere Drähte der gleichen Länge und Eigenschaften, jedoch mit unterschiedlichen Durchmessern, stellt man fest, daß T = f (1/d) und zeigt, daß T indirekt proportional zu d2 ist.

4. TORSIONSMOMENT und von den Massen verursachte MOMENTE

Um den Gegensatz zwischen dem Torsionsmoment und dem Moment, das durch die Zusatzmassen verursacht wurde, zu untersuchen, schlagen wir folgende Änderung vor:
Ein Torsionsdraht wird in dem feststehenden Spannfutter und dem an der Kreisscheibe befestigten Spannfutter eingespannt; an der Scheibe können über tangential angreifende Schnüre Zusatzmassen angehängt werden.

4.1. Aufbau des Gerätes

a. Das Gestell senkrecht hinstellen.
b. Das Spannfutter mit dem Waagebalken (10) durch die Einrichtung (11) mit Kreisscheibe und zentralem Spannfutter ersetzen.
c. Den Bügel (12) montieren, der aus 2 Seitenarmen besteht, an denen die beiden Rollen angebracht sind.
d. Die Stellschraube anziehen, um die Scheibe (2) zu fixieren.
e. Den Draht zwischen die beiden Spannfutter spannen.
f. Einstellen des Gleichgewichtes in der Position ”0” der Waage (Kreisscheibe) (11).

4.2. Handhabung

Die angewandte Gleichung ist: $c\theta = mgd = M$ (Moment)
wobei d der Durchmesser der Scheibe (250mm) ist.
Somit ist: $\theta = f(M) = mgd/c$
d. h. – theoretisch gesehen, eine Gerade mit der Neigung 1/c.
Bei verschiedenen Werten der Masse wird der Torsionswinkel θ gemessen und die Kurve aufgezeichnet.
Der Wert der Torsionskonstanten des verwendeten Drahtes ergibt sich, ausgehend von der Neigung der Gerade: $c = \Delta M / \Delta \theta$ (in N . m/rd).
Aufgrund der Änderungen der Massen, stellt man fest, dass die Position der Kreisscheibe (Waage) nicht mehr dieselbe ist, was auf die eingeschränkte Linearität des verwendeten Drahtes zurückzuführen ist.

Wenn Sie Änderungs- und/oder Verbesserungsvorschläge haben, teilen Sie es uns bitte mit.

© Alle Rechte vorbehalten – web: www.conatex.com – Email: info@conatex.com