

Ein- und zweiarmiger Hebel

Versuchsziele

- Messung der Kraft F_1 für ein- und zweiarmige Hebel in Abhängigkeit von der Last F_2 .
- Messung der Kraft F_1 für ein- und zweiarmige Hebel in Abhängigkeit vom Lastarm x_2 .
- Messung der Kraft F_1 für ein- und zweiarmige Hebel in Abhängigkeit vom Kraftarm x_1 .

Grundlagen

Als Hebel bezeichnet man einen starren, um eine feste Achse drehbar gelagerten Körper, der zum Heben und Verschieben von Lasten dient. Die Strecken zwischen Drehpunkt und Angriffspunkt der Kraft bzw. der Last sind die Hebelarme, die Kraft- bzw. Lastarm heißen. Beim zweiarmigen Hebel greifen Kraft F_1 und Last F_2 auf verschiedenen Seiten der Drehachse in gleicher Richtung an, beim einarmigen Hebel wirken sie auf der gleichen Seite der Drehachse in entgegengesetzter Richtung. Für beide Hebel gilt das Hebelgesetz

$$F_1 \cdot x_1 = F_2 \cdot x_2$$

x_1 : Kraftarm, x_2 : Lastarm

Es kann aus dem übergeordneten Begriff des Gleichgewichts von Drehmomenten erklärt werden und bildet die physikalische Grundlage für mechanische Kraftübersetzungen aller Art.

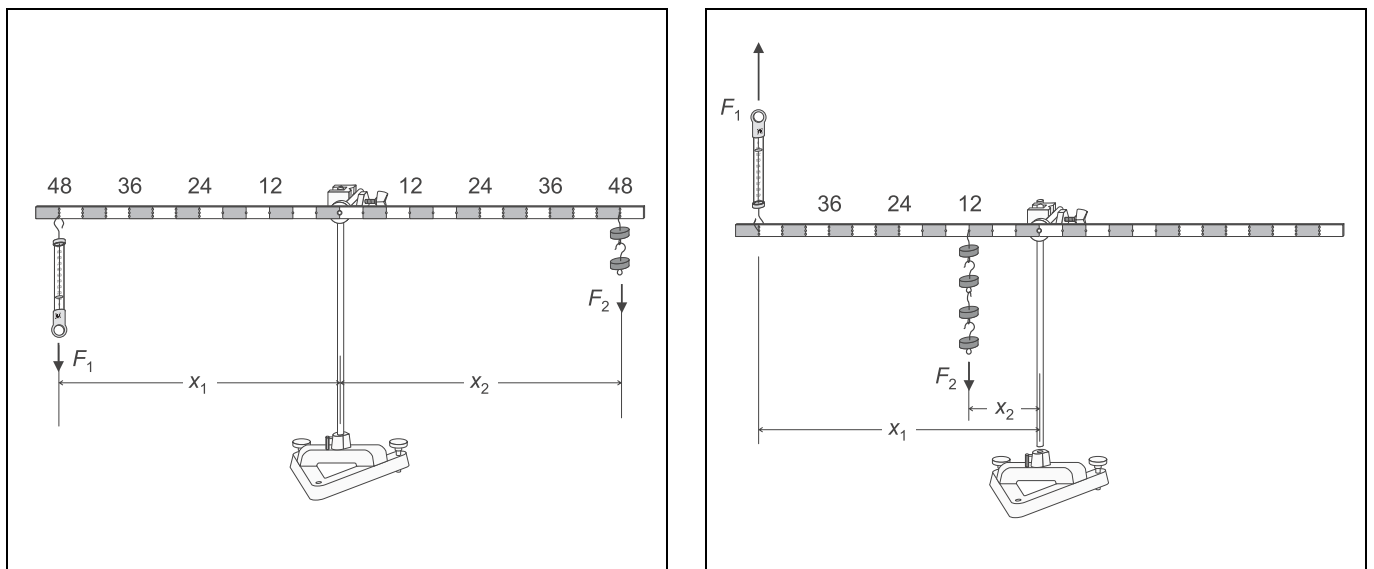
Im ersten Versuch wird das Hebelgesetz für ein- und zweiarmige Hebel überprüft. Dazu wird die Kraft F_1 bestimmt, die einen Hebel im Gleichgewicht hält, in Abhängigkeit von der Last F_2 , vom Lastarm x_2 und vom Kraftarm x_1 . Als Last dienen jeweils mehrere, untereinander gehängte 50-g-Massestücke. Für die Last

$$F_2 = m \cdot g$$

g : Fallbeschleunigung

eines Massestücks kann man mit hinreichender Genauigkeit den Wert 0,5 N ansetzen.

Fig. 1 Versuchsaufbau zur Bestätigung des Hebelgesetzes für den einarmigen (rechts) und den zweiarmigen Hebel (links)



| Geräte | |
|---|--------|
| 1 Hebel, 1 m | 342 60 |
| 1 Satz 12 Laststücke, je 50 g | 342 61 |
| 1 Kraftmesser 2 N | 314 45 |
| 1 Kraftmesser 5 N | 314 46 |
| 1 Kleiner Stativfuß, V-förmig | 300 02 |
| 1 Stativstange, 47 cm | 300 42 |
| 1 Leybold-Muffe | 301 01 |

Tab. 2: Kraft F_1 in Abhängigkeit vom Lastarm x_2 ($x_1 = 48$ cm, $F_2 = 2,0$ N)

| $\frac{x_2}{\text{cm}}$ | $\frac{F_2 \cdot x_2}{\text{Nm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ | $\frac{F_1 \cdot x_1}{\text{Nm}}$ |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 24 | 0,48 | 1,0 | 0,48 |
| 36 | 0,72 | 1,5 | 0,72 |
| 48 | 0,96 | 2,0 | 0,96 |

Tab. 3: Kraft F_1 in Abhängigkeit vom Kraftarm x_1 ($x_2 = 48$ cm, $F_2 = 2,0$ N)

| $\frac{x_1}{\text{cm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ | $\frac{F_1 \cdot x_1}{\text{Nm}}$ | $\frac{F_2 \cdot x_2}{\text{Nm}}$ |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 24 | 4,0 | 0,96 | 0,96 |
| 36 | 2,75 | 0,99 | 0,96 |
| 48 | 2,0 | 0,96 | 0,96 |

Aufbau und Durchführung

a) zweiarmiger Hebel

Der Versuchsaufbau ist in Fig. 1 links dargestellt.

a1) Messung in Abhängigkeit von der Last F_2 :

- Zwei, vier und sechs Laststücke bei $x_2 = 24$ cm einhängen und bei $x_1 = 48$ cm mit Kraftmesser 2 N die Kraft F_1 bestimmen, die den Hebel horizontal hält.

a2) Messung in Abhängigkeit vom Lastarm x_2 :

- Vier Laststücke bei $x_2 = 48, 36$ und 24 cm einhängen und bei $x_1 = 48$ cm mit Kraftmesser 2 N die Kraft F_1 bestimmen, die den Hebel horizontal hält.

a3) Messung in Abhängigkeit vom Kraftarm x_1 :

- Vier Laststücke bei $x_2 = 48$ cm einhängen und bei $x_1 = 48, 36$ und 24 cm mit Kraftmesser 5 N die Kraft F_1 bestimmen, die den Hebel horizontal hält.

b) einarmiger Hebel

Der Versuchsaufbau ist in Fig. 1 rechts dargestellt.

b1) Messung in Abhängigkeit von der Last F_2 :

- Vier, acht und zwölf Laststücke bei $x_2 = 12$ cm einhängen und bei $x_1 = 48$ cm mit Kraftmesser 2 N die Kraft F_1 bestimmen, die den Hebel horizontal hält.

b2) Messung in Abhängigkeit vom Lastarm x_2 :

- Vier Laststücke bei $x_2 = 12, 24$ und 36 cm einhängen und bei $x_1 = 48$ cm mit Kraftmesser 2 N die Kraft F_1 bestimmen, die den Hebel horizontal hält.

b3) Messung Abhängigkeit vom Kraftarm x_1 :

- Drei Laststücke bei $x_2 = 48$ cm einhängen und bei $x_1 = 36, 24$ und 12 cm mit Kraftmesser 5 N die Kraft F_1 bestimmen, die den Hebel horizontal hält.

b) einarmiger Hebel

Tab. 4: Kraft F_1 in Abhängigkeit von der Last F_2 ($x_1 = 48$ cm, $x_2 = 12$ cm)

| $\frac{m_2}{\text{g}}$ | $\frac{F_2}{\text{N}}$ | $\frac{F_2 \cdot x_2}{\text{Nm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ | $\frac{F_1 \cdot x_1}{\text{Nm}}$ |
|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 200 | 2,0 | 0,24 | 0,5 | 0,24 |
| 400 | 4,0 | 0,48 | 1,0 | 0,48 |
| 600 | 6,0 | 0,72 | 1,5 | 0,72 |

Tab. 5: Kraft F_1 in Abhängigkeit vom Lastarm x_2 ($x_1 = 48$ cm, $F_2 = 2,0$ N)

| $\frac{x_1}{\text{cm}}$ | $\frac{F_2 \cdot x_2}{\text{Nm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ | $\frac{F_1 \cdot x_1}{\text{Nm}}$ |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 12 | 0,24 | 0,5 | 0,24 |
| 24 | 0,48 | 1,0 | 0,48 |
| 36 | 0,72 | 1,5 | 0,72 |

Tab. 6: Kraft F_1 in Abhängigkeit vom Kraftarm x_1 ($x_2 = 48$ cm, $F_2 = 1,0$ N)

| $\frac{x_1}{\text{cm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ | $\frac{F_1 \cdot x_1}{\text{Nm}}$ | $\frac{F_2 \cdot x_2}{\text{Nm}}$ |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 12 | 4,0 | 0,48 | 0,48 |
| 24 | 2,0 | 0,48 | 0,48 |
| 36 | 1,25 | 0,45 | 0,48 |

Meßbeispiel und Auswertung

a) zweiarmiger Hebel

Tab. 1: Kraft F_1 in Abhängigkeit von der Last F_2 ($x_1 = 48$ cm, $x_2 = 24$ cm)

| $\frac{F_2}{\text{N}}$ | $\frac{F_2 \cdot x_2}{\text{Nm}}$ | $\frac{F_1}{\text{N}}$ | $\frac{F_1 \cdot x_1}{\text{Nm}}$ |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 1,0 | 0,24 | 0,5 | 0,24 |
| 2,0 | 0,48 | 1,0 | 0,48 |
| 3,0 | 0,72 | 1,5 | 0,72 |

Ergebnis

Für den einarmigen und den zweiarmigen Hebel gilt das Hebelgesetz „Kraft \times Kraftarm = Last \times Lastarm“.