

Abb. 1 Hebel (342 60) aufgebaut mit Stativfuß (300 01), Stativstange, 47 cm (300 42) und Leybold-Muffe (301 01)

Mit dem Hebel sind Versuche zu den Gesetzen des ein- und zweiseitigen Hebels, zu den Prinzipien der Waage sowie zum labilen, stabilen und indifferenten Gleichgewicht möglich.

Literatur: Zentralkartei Mechanik (598 611)

1 Beschreibung

Der Hebel besteht aus einer 1,04 m langen Metallschiene, die in ihrem Schwerpunkt in einem Lagerblock kugelgelagert ist.

Vom Schwerpunkt aus ist der Hebel zu beiden Seiten auf der Mittelachse im Abstand von je 4 cm mit 12 Bohrungen, zusätzlich ab der sechsten mit je 1 Bohrung über und unterhalb der Mittelachse, versehen. Die 52 Bohrungen sind in ihrer Größe so gewählt, daß Laststücke (590 24) und die Präzisions-Kraftmesser, 2 N und 10 N (314 151, 314 171) eingehängt werden können.

Zum Einbau in Stativmaterial dient ein 12 cm langer Rundstab (10 mm ϕ), der fest in den Lagerblock eingeschraubt wird. Der Hebel ist im unbelasteten Zustand austariert. Er reagiert erst bei einem Drehmoment von ca. 0,2 N/cm. Diese Empfindlichkeit ist mit einer kleinen Schraube im Lagerblock eingestellt, die gesichert ist und nicht gelöst werden darf.

Hebel

2 Versuchsbeispiele

2.1 Ein- und zweiseitiger Hebel

Bei senkrechter Einwirkung von Kräften auf einen ein- bzw. zweiseitigen Hebel soll durch Variation der Last bzw. des Last- und Kraftarms das Hebelgesetz abgeleitet werden.

Versuchsaufbau gem. Abb. 2.1/2.2

Die Kraftmesser müssen vor dem Einbau in die Versuchsanordnung in der Gebrauchslage mittels des Nullpunktschiebers auf "Null" eingestellt werden.

Vor dem Ablesen der Kraft am Kraftmesser wird die Muffe \textcircled{a} (s. Abb. 2) so weit verschoben, daß Kraft und Last immer unter rechtem Winkel angreifen.

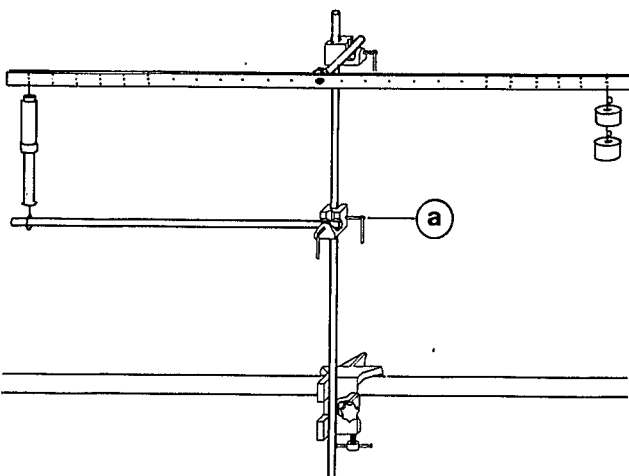


Abb. 2.1 Zweiseitiger Hebel

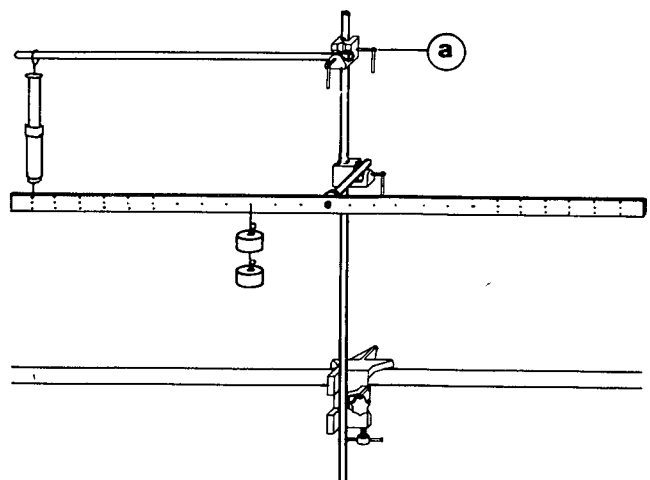


Abb. 2.2 Einseitiger Hebel

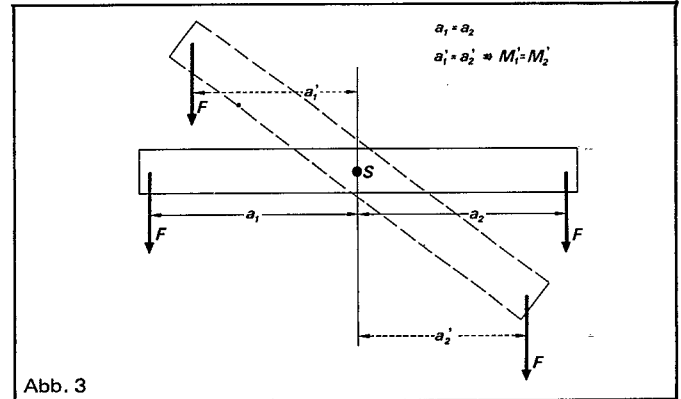
2.2 Die drei Gleichgewichtsarten

a) Indifferentes Gleichgewicht

Zu beiden Seiten des Hebels werden gleich weit vom Schwerpunkt in die Bohrungen der Mittelachse die gleiche Anzahl Laststücke (z. B. je 2 Laststücke von 100 g, aus 590 24) eingehängt.

Dreht man nun den Hebel in mehrere verschiedene Stellungen, so stellt man fest, daß er sich in jeder Stellung im Gleichgewicht befindet. Dies ist, wie aus Abb. 3 hervorgeht, darauf zurückzuführen, daß in jeder Stellung die Drehmomente auf beiden Seiten des Hebels gleich groß sind und sich deshalb die Lage des Schwerpunktes S nicht verändert.

Bleibt die Lage des Schwerpunktes eines Körpers bei Bewegung aus der Gleichgewichtslage unverändert, so spricht man davon, daß der Körper sich im indifferenten (unbestimmten) Gleichgewicht befindet.



b) Stabiles Gleichgewicht

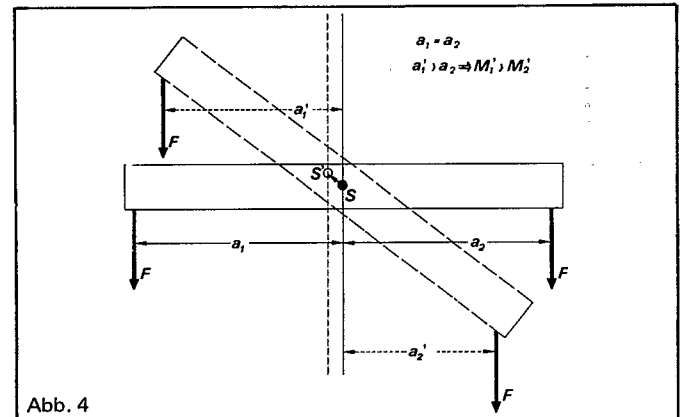
Gleich weit vom Schwerpunkt werden in die Bohrungen unterhalb der Mittellinie zu beiden Seiten gleich viele Laststücke eingehängt (z. B. je 2 Laststücke von 100 g, aus 590 24). Daraufhin stellt sich beim Hebel in horizontaler Lage aufgrund gleicher Drehmomente zu beiden Seiten (Abb. 4, $F \cdot a_1 = F \cdot a_2$) ein Gleichgewicht ein.

Dreht man nun den Hebel aus seiner Gleichgewichtslage heraus, so ersieht man aus Abb. 4, daß der Hebelarm a_1' gegenüber a_2' und somit auch M_1' gegenüber M_2' größer wird. Das hat zur Folge, daß sich der Schwerpunkt S auf der Mittellinie in Richtung der Seite mit dem größeren Drehmoment verschiebt; er wird also angehoben. Doch aufgrund des Bestrebens aller Körper eine Stellung einzunehmen, bei der sein Schwerpunkt die tiefstmögliche Lage hat, wird der Hebel durch das größere Drehmoment M_1' wieder in die ursprüngliche Lage zurückgetrieben.

Ein Körper, dessen Schwerpunkt beim Verlassen der Gleichgewichtslage angehoben wird, befindet sich im stabilen (feststehenden) Gleichgewicht.

Hinweis:

Die Auslenkung aus der Horizontalen muß groß genug sein, da sonst die rücktreibende Kraft gegenüber der wirkenden Reibungskraft im Lager zu klein ist, um die Horizontale wieder ganz zu erreichen.

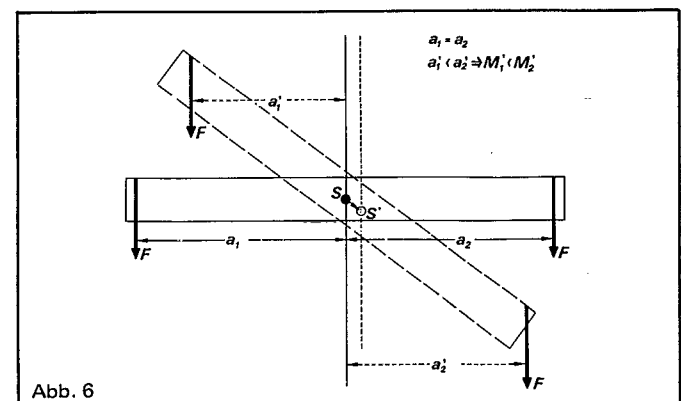
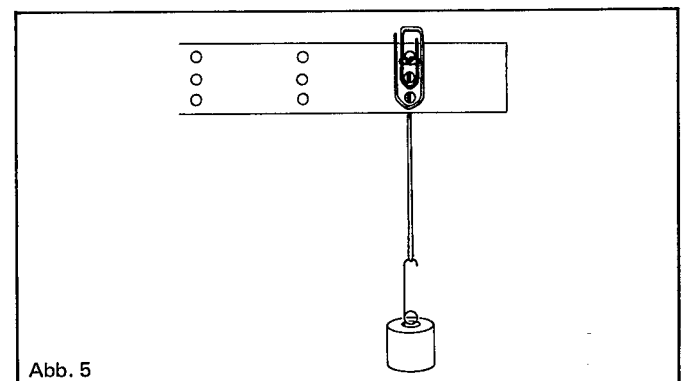


c) Labiles Gleichgewicht

Gleich weit vom Schwerpunkt werden auf beiden Seiten des Hebels gleich viele Laststücke (z. B. je 2 Laststücke von 100 g, aus 590 24) mittels einer dünnen Schnur (z. B. Angelschnur, 309 49) in die Bohrungen oberhalb der Mittellinie eingehängt, indem eine Büroklammer gemäß Abb. 5 in eine durch die Bohrung geschobene Schlaufe gesteckt wird.

Mit den eingehängten Laststücken in den oberen Bohrungen befindet sich der Hebel im Gleichgewicht. Gibt man ihm nun einen leichten Stoß, so dreht er sich, bis er die stabile Lage erreicht hat (Drehung um 180°).

Aus Abb. 6 ersieht man, daß die durch den Stoß bedingte Auslenkung zur Folge hat, daß der Hebelarm a_1' gegenüber a_2' und somit auch M_1' gegenüber M_2' kleiner wird. Dies bewirkt, daß sich der Schwerpunkt S auf der Mittellinie zur Seite des größeren Drehmoments hin verschiebt; er wird also gesenkt. Das



größere Drehmoment M_2' bewirkt nun, daß der Hebel sich dreht, überkippt und in die Lage mit stabilem Gleichgewicht einpendelt.

Ein Körper, dessen Schwerpunkt beim Verlassen der Gleichgewichtslage gesenkt wird, befindet sich im labilen (wankenden) Gleichgewicht.