Reibung

Innere Reibung oder Viskosität:

Unter Viskosität versteht man das Auftreten von Tangentialkräften, die einer Verschiebung von Teilchen einer Flüssigkeit oder eines Gases relativ zueinander entgegenwirken.

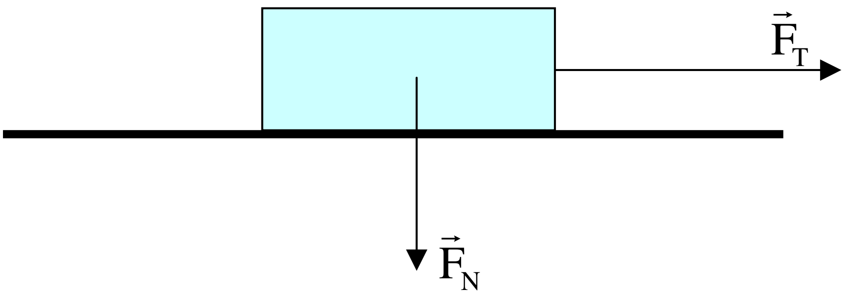
Äußere Reibung:

Als äußere Reibung bezeichnet man eine Wechselwirkung zwischen Körpern, die an der Berührungsfläche (bzw. an den Stellen der Berührung) auftritt und einer gegenseitigen Verschiebung entgegenwirkt.

Gegenstand der folgenden Betrachtungen ist die äußere Reibung.

Haftreibung:

Haftreibung tritt zwischen relativ zueinander unbewegten Körpern auf. Soll ein Körper relativ zu einem anderen verschoben werden, muss eine Schwellkraft $\vec{F}_{HS}$ aufgewendet werden:



Das Coulombsche Gesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der Schwellkraft $\vec{F}_{HS}$, der Normalkraft $\vec{F}_N$ und dem Haftreibungskoeffizienten μ_H sowie der angreifenden Tangentialkraft $\vec{F}_T$:

$$F_{HS} = \mu_H F_N \qquad \frac{\vec{F}_{HS}}{F_{HS}} = -\frac{\vec{F}_T}{F_T}$$

$$F_{HS} = \mu_H F_N \qquad \frac{\vec{F}_{HS}}{F_{HS}} = -\frac{\vec{F}_T}{F_T}$$

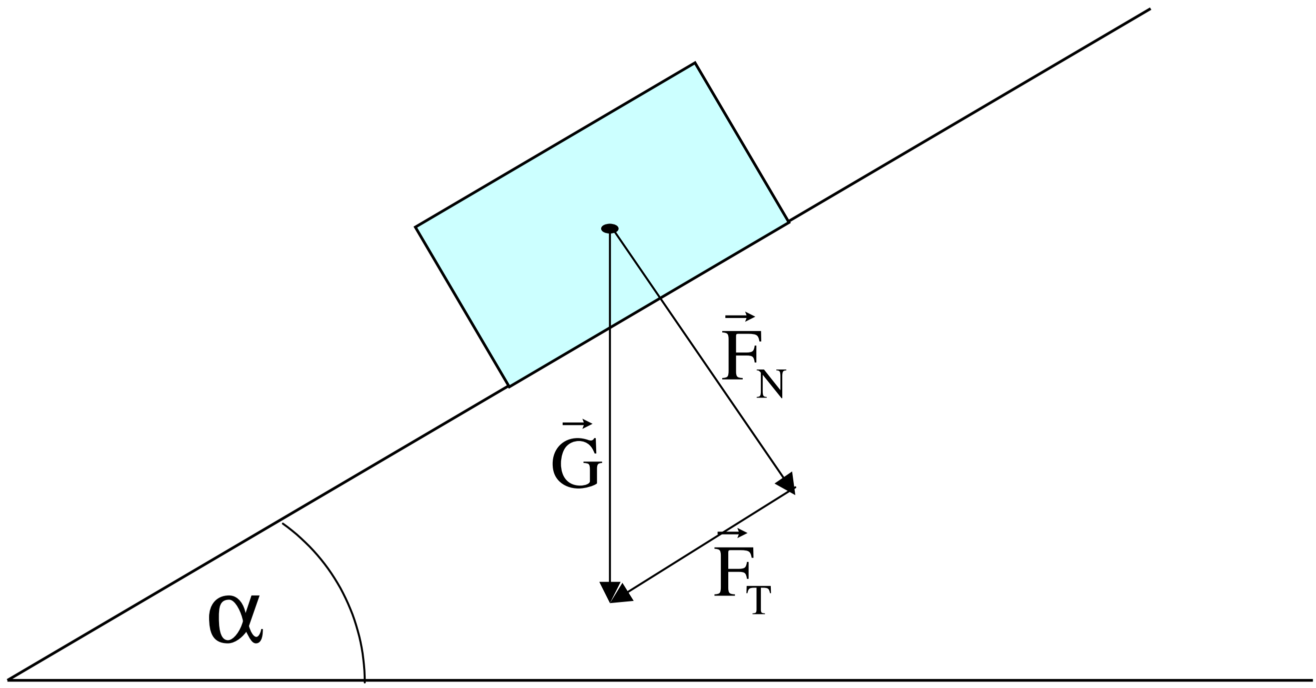
- Falls , $\vec{F}_T \le \vec{F}_{HS}$ so gilt nach dem Prinzip actio = reactio: $\vec{F}_H = -\vec{F}_T$
- Falls $\vec{F}_T = \vec{F}_{HS}$, so errechnet sich die Haftreibungskraft nach dem Coulombschen Gesetz. Dieses Gesetz ist insofern wichtig, als es gestattet, die maximal mögliche Haftreibungskraft auszurechnen.
- Falls $\vec{F}_T \ge \vec{F}_{HS}$, so wird sich der Körper bewegen. In diesem Fall treten andere Reibungsphänomene auf, z.B. Gleitreibung oder Rollreibung.

Der Betrag der maximalen Haftreibungskraft hängt von der Normalkraft $\vec{F}_N$ (häufig, jedoch nicht generell mit dem Gewicht G identisch) und von den Eigenschaften der sich berührenden Flächen ab – ausgedrückt durch μ_H. Der Haftreibungskoeffizient ist bestimmt von der Rauhigkeit der Oberflächen, den Wechselwirkungskräften zwischen den Oberflächenatomen (insbesondere bei sehr glatten Flächen) sowie von den Eigenschaften des Mediums zwischen den Flächen (etwa Luft, Wasser oder Öl).
Die Richtung der Haftreibungskraft ist der Richtung der angreifenden Kraft entgegengesetzt:

$$\vec{F}_{HS} = -\mu_H F_N \frac{\vec{F}_T}{F_T}$$

Die letzte Formel beinhaltet sowohl Betrag als auch Richtung der maximalen Haftreibungskraft.

<u>Experimentelle Bestimmung des Haftreibungskoeffizienten</u>



Im Experiment wird der Neigungswinkel solange vergrößert, bis die Hangabtriebskraft (Tangentialkraft) gleich der maximalen Haftreibungskraft ist. Es gelten folgende Beziehungen:

$$G = mg$$

$$F_N = G\cos\alpha = mg\cos\alpha$$

$$F_T = mg\sin\alpha$$

Beginnt der Körper zu rutschen, so gilt gerade Gleichheit zwischen den Beträgen von Hangabtriebskraft und Haftreibungskraft:

$$\frac{F_T}{F_N} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \tan\alpha = \frac{F_{HS}}{F_N} = \mu_H \qquad \text{, also}$$

$$\tan\alpha = \mu_H$$

Gleitreibung:

Beim Gleiten eines Körpers wirkt die Gleitreibungskraft $\vec{F}_G$. Die Gleitreibungskraft ist kleiner, als die Haftreibungskraft:

$$\vec{F}_G < \vec{F}_H$$

Für die Gleitreibung gilt ein zur Haftreibung analoges Gesetz:

$$\vec{F}_G = -\mu_G F_N \left(\frac{\vec{v}}{v} \right)$$

Die Richtung der Gleitreibungskraft hängt vom Bewegungszustand des Körpers ab. Sie ist der momentanen Geschwindigkeitsrichtung entgegengerichtet, hängt jedoch bei niedrigen Geschwindigkeiten nicht vom Geschwindigkeitsbetrag ab. Für hohe Geschwindigkeiten gilt dieses Gesetz jedoch nicht mehr. Die Reibungskraft wird dann abhängig vom Betrag der Geschwindigkeit. Der Betrag des Gleitreibungskoeffizienten μ_G ist kleiner, als der Betrag des Haftreibungskoeffizienten μ_H.
Der Gleitreibungskoeffizient kann experimentell z.B. aus dem Gleitweg s eines sich mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 bewegenden Körpers bestimmt werden:
Da die Beschleunigung beim Wirken der Gleitreibung $\vec{a} = \vec{F}_G / m$ konstant ist, gelten folgende Beziehungen:

$$s = \frac{v_0^2}{2a} \qquad a = \mu_G g$$

Daraus ergibt sich ein Bremsweg von:

$$s = \frac{v_0^2}{2g\mu_g}$$