

Schulversuchspraktikum

**ausgeführt im WS 02/03
am Institut für Festkörperphysik
(LVN.: 131.802)**

von

Helmut Zedlacher

Studienrichtung E 412 406

Matrikelnummer 9808684

Andreas Wippel

Studienrichtung E 406 412

Matrikelnummer 9825972

Betreuer:

Univ. Prof. E. Gratz

Univ. Prof. E. Bauer

Inhaltsverzeichnis

Gravitationsdrehwaage

Erhaltungssätze

Ballistisches Pendel

Maxwellrad

Pendelkette

Drehschemelversuche

Reibung

Haftreibung

Gleitreibung

Rollreibung

Innere Reibung

Oberflächenspannung

Tenside

Messung der Oberflächenspannung

Kapillarwirkung

Wellen

Eindimensionale Wellen

Mehrdimensionale Wellen

Kundt'sche Röhre

Verflüssigung von Stickstoff

Sublimation von CO₂

Demonstration der Verdunstungskälte (trinkende Ente)

Wilson'sche Nebelkammer

Geysir

Adiabatische Zustandsänderung

Versuch zur Demonstration der Temperaturänderung

Berechnung des Adiabatenexponenten nach Rüchardt

Wärmeübertragung

Wärmestrahlung

Wärmeleitung

Wärmeleitung von Metallen

Drahtnetz über einer Flamme

Grubenlampe

Geringe Wärmeleitung des Wassers

Wärmeleitung in Luft

Leidenfrost'sches Phänomen

Thermodiffusion

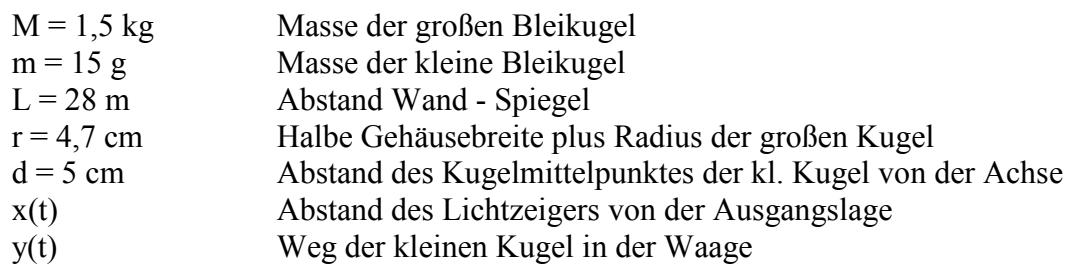
Regelation des Eises

Thermoelement

Thermosäule

Heat Pipe

(Bestimmung der Gravitationskonstanten G)



2. Newton'sches Axiom:

$$F = ma$$

Gravitationsgesetz:

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

Da das verdrehte Torsionsband zusätzlich zur Gravitationskraft eine Kraft die der Gravitationskraft entspricht auf die kleine Kugel ausübt, erhält man insgesamt für die Kraft zwischen einer großen und einer kleinen Kugel:

$$F = ma = 2G \frac{mM}{r^2}$$

Durch Umformung erhält man:

$$G = \frac{ar^2}{2M} \quad (1)$$

Um einen Ausdruck für die Beschleunigung a zu erhalten betrachten wir den allgemeinen freien Fall im Gravitationsfeld:

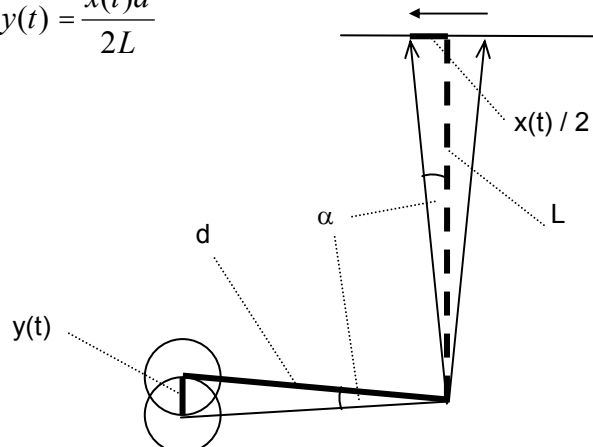
$$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2$$

Mit den Anfangsbedingungen $y_0 = 0$ und $v_0 = 0$ erhalten wir („Freier Fall“ der kleinen Kugel im Gravitationsfeld der großen Kugel):

$$y(t) = \frac{a}{2} t^2 \quad \text{bzw.} \quad a = \frac{2y(t)}{t^2} \quad (2 \text{ a, b})$$

Mit einer zusätzlichen Bedingung (ähnliche Dreiecke d , $y(t)$, α und L , $x(t)/2$, α ; siehe Skizze)

$$\frac{y(t)}{d} = \frac{\frac{x(t)}{2}}{L} = \tan \alpha \quad \text{bzw.} \quad y(t) = \frac{x(t)d}{2L}$$



eingesetzt in Gleichung (2b), erhalten wir

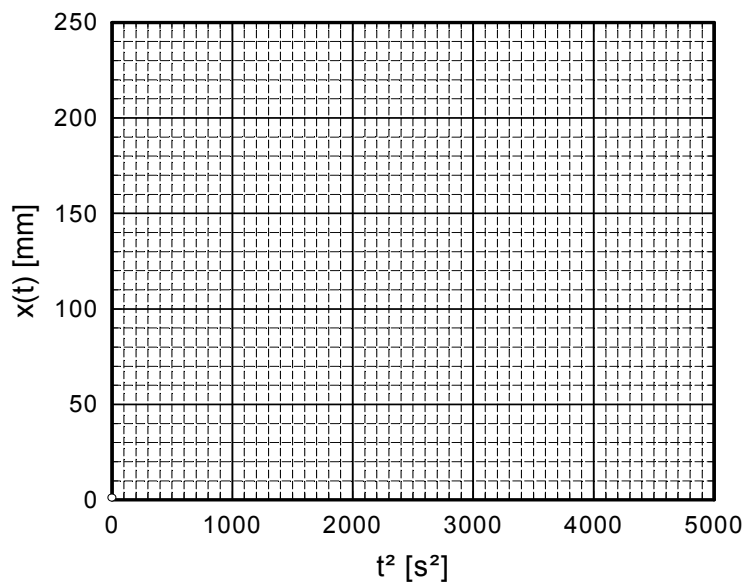
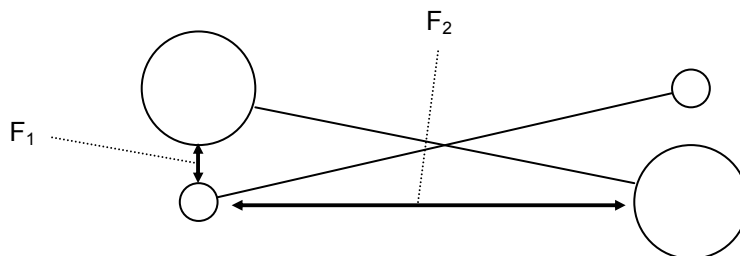
$$a = \frac{2y(t)}{t^2} = \frac{x(t)d}{t^2 L} \quad (3)$$

Aus den Gleichungen (1) und (3) erhält man schließlich durch einsetzen:

$$G = \frac{r^2 x(t) d}{2 M t^2 L} \quad (4)$$

In Gleichung (4) können nun alle Größen der rechten Seite durch Messung bestimmt werden!

Allerdings unterliegt dieses Ergebnis einem Fehler von 5,7% , da die kleine Kugel auch von der entfernten zweiten großen Kugel angezogen wird. (siehe Skizze)



t [s]	t ² [s ²]	x(t) [mm]
10	100	
20	400	
30	900	
40	1600	
50	2500	
60	3600	
70	4900	
80	6400	
90	8100	
100	10000	

$$G = \frac{r^2 x(t) d}{2 M t^2 L} = \frac{0,047^2 \text{ m} \cdot}{2 \cdot 1,5 \text{ kg} \cdot} \frac{\text{m} \cdot 0,05 \text{ m}}{\text{s}^2 \cdot 28 \text{ m}} =$$

Gravitationsdrehwaage nach Cavendish (1798)

Beschreibung der Gravitationswaage

Sie besteht aus zwei kleinen Massen m , die an den Enden eines dünnen Stabes befestigt sind. Dieser Stab ist vertikal an einem dünnen Bronzefaden (Torsionsfaden- vergleiche Translation und Rotation; $F=C \cdot x$ und $M=C' \cdot \alpha$), auf dem auch ein Spiegel befestigt ist, drehbar aufgehängt. Das alles befindet sich in einem Gehäuse. Am unteren Ende sind 2 Metallteller an einer Achse zum Auflegen der großen Kugeln befestigt. Die kleinen Kugeln sind mit einer Halterung, die mit Schrauben gelockert bzw. gefestigt werden kann, fixiert.

Versuchsanordnung

Die Waage sollte eben auf dem Tisch stehen, damit die Bewegung der beiden Massen nicht durch Reibung behindert wird. Erst jetzt darf man die Halterung mit den Schrauben lösen. Von nun an sollte die Waage nicht bewegt werden, da das Bronzefaden reißen könnte. Die großen Bleikugeln werden in eine Extremlage versetzt. Schräg vor der Waage wird ein Laser positioniert, sodass der Spiegel den Strahl auf eine weit entfernte (ca. 28m) Wand reflektiert. Die Waage benötigt ungefähr eine halbe Stunde, bis sie sich in Gleichgewichtslage befindet. Danach markiert man die Stelle auf der Wand (Ausgangslage).

Versuchsdurchführung

Man bringt die beiden großen Massen vorsichtig in die zweite Extremlage. Aufgrund der Massenanziehung fallen die kleinen Massen frei im Gravitationsfeld der großen Kugeln (Vergleiche: Apfel-Erde). Sie beginnen sich zu drehen. Man beachte, dass eine Drehung um einen Winkel α laut Reflexionsgesetz den Laserstrahl um den doppelten Winkel 2α verdreht. Bei Beginn des Versuches muss man natürlich eine Stoppuhr starten, um die verstrichene Zeit zu messen. Nun wird alle 10 sec. der Abstand x des Laserpunktes von der Ausgangslage gemessen und notiert (ca. 60 sec. lang). Danach fertigt man ein $x - t^2$ Diagramm an, aus dem man die Steigung ablesen kann. Diesen gemessenen Wert setzt man in die Formel ein.

Erhaltungssätze der klassischen Mechanik

In der klassischen Mechanik gibt es drei Erhaltungssätze. Sie lassen sich auf die Newton'schen Gesetze zurückführen.

➤ Energieerhaltung

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} + E_{\text{rot}} = \text{const.}$$

Kinetische Energie: $E_{\text{kin}} = m \cdot v^2 / 2$

Potentielle Energie: $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$

Rotationsenergie: $E_{\text{rot}} = J \cdot \omega^2 / 2$

➤ Impulserhaltung

$$p_1 + p_2 = \text{const.}$$

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = \text{const.}$$

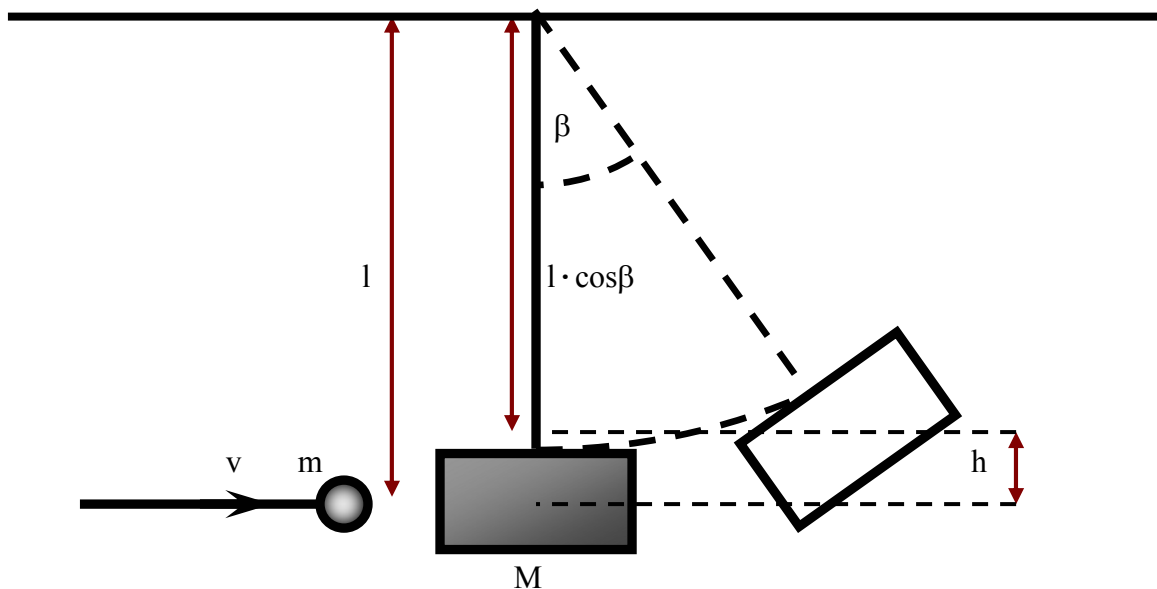
➤ Drehimpulserhaltung

$$L = J \cdot \omega = \text{const.}$$

$$\text{Trägheitsmoment } J = \sum m_i \cdot r_i^2 \quad \text{Winkelgeschwindigkeit } \omega = v/r$$

Das ballistische Pendel

Bestimmung der Geschossgeschwindigkeit



Pendellänge $l = 72,5 \text{ cm}$, Masse der Kugel $m = 0,525 \text{ g}$, Masse des Klotzes $M = 135,5 \text{ g}$,
 v = Geschwindigkeit des Geschosses, v_1 = Geschwindigkeit des Pendels

Beschreibung des Versuchs

Ein Holzklotz ist auf einer Schnur aufgehängt und in Ruhelage. Bekannt ist die Länge der Schnur und die Masse des Klotzes. Nun wird mit einem Gewehr gegen den Holzklotz geschossen. Vorher muss man die Masse des Geschosses bestimmen. Nun gilt:

Impulserhaltung: $m \cdot v = (M+m) \cdot v_1$

Energieerhaltung: $E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$
 $(M+m) \cdot g \cdot h = 1/2 \cdot (M+m) \cdot v_1^2$

Wir wollen nun die Geschwindigkeit v bestimmen!

1.Möglichkeit: Höhe h messen → Pendelgeschwindigkeit v_1 aus Energieerhaltung berechnen

$$v_1^2 = 2 \cdot g \cdot h \quad \text{und in die Impulserhaltung einsetzen}$$

$$m \cdot v = (M+m) \cdot v_1 \rightarrow \text{Geschwindigkeit } v$$

2.Möglichkeit: Winkel β messen → Über die Pendellänge l die Höhe h berechnen

(dann analog wie oben)

$$h = l \cdot (1 - \cos\beta)$$

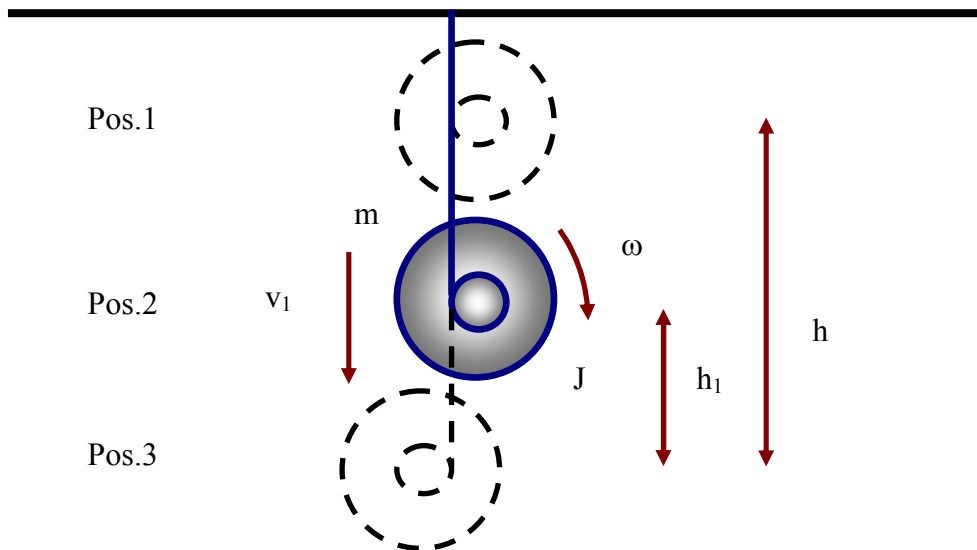
Die Höhe h in die Energieerhaltung einsetzen.

$$v_1^2 = 2 \cdot g \cdot h \quad v_1 \text{ in Impulserhaltung einsetzen}$$

$$m \cdot v = (M+m) \cdot v_1 \quad \text{und } v \text{ berechnen.}$$

Bemerkung: Die zwei Möglichkeiten sind beinahe analog, wobei die letztere im allgemeinen besser funktioniert. Man beachte zusätzlich, dass bei jedem weiteren Versuch sich die Masse des Klotzes erhöht (nämlich genau um die Masse einer Kugel). Aus diesem Grund muss man bei Wiederholung des Versuchs mit der veränderten Masse rechnen.

Maxwell - Rad



$$E_{\text{ges}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} + E_{\text{rot}}$$

Position 1: $E_{\text{ges}} = m \cdot g \cdot h$

Position 2: $E_{\text{ges}} = m \cdot g \cdot h_1 + m \cdot v_1^2/2 + J \cdot \omega_1^2/2$

Position 3: $E_{\text{ges}} = m \cdot v_0^2/2 + J \cdot \omega_0^2/2$

Beim Maxwell- Rad wird beim „Fallen“ potentielle Energie in kinetische Energie und Rotationsenergie umgewandelt. In Pos.3 hat es sowohl die größte kinetische Energie als auch Rotationsenergie. Beim „Steigen“ läuft der Prozess umgekehrt.

Demonstration zur Anwendung der Erhaltungssätze für Impuls und Energie

Versuch: Auf einer Vorrichtung (siehe Abb. 1.1) sind sechs Pendel gleicher Masse m so in einer Reihe angeordnet, dass sie sich berühren (abgeschlossenes System, elastischer Stoß). Hebt man nun an einer Seite ein Pendel an und lässt es wieder los, schlägt es mit einer Geschwindigkeit v_1 an die fünf anderen Pendel an, und an der anderen Seite wird ein Pendel mit der Geschwindigkeit v_2 weggeschlagen (v_2 nur im Moment des Verlassens der Ruhelage!). Hebt man auf der einen Seite zwei Pendel an, werden auf der anderen Seite zwei Pendel weggeschlagen. Wieso werden immer gleich viele Pendel weggeschlagen wie angehoben? Wieso werden nicht zum Beispiel bei einem angehobenen Pendel zwei weggeschlagen, dafür aber mit halber Geschwindigkeit?

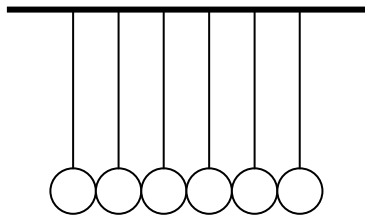


Abb. 1.1

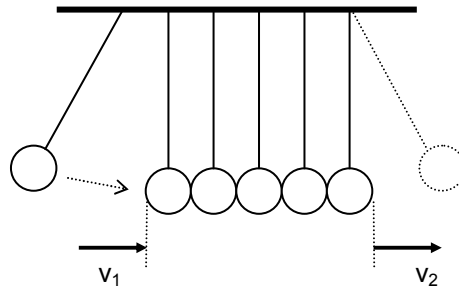


Abb. 1.2

Erklärung:

Impulssatz für dieses System (n_1, n_2 Anzahl der angehobenen bzw. weggeschlagenen Pendel):

$$n_1 m v_1 = n_2 m v_2 \quad \rightarrow \quad n_1 v_1 = n_2 v_2 \quad (1.1 \text{ a,b})$$

Energiesatz für dieses System:

$$n_1 \frac{m v_1^2}{2} = n_2 \frac{m v_2^2}{2} \quad \rightarrow \quad n_1 v_1^2 = n_2 v_2^2 \quad (1.2 \text{ a,b})$$

Da beide Sätze erfüllt sein müssen, folgt (Lösen eines Gleichungssystem,

Gleichung (1.2 b) dividiert durch Gleichung (1.1 b)): $v_1 = v_2$

Dies eingesetzt in Gleichung (1.1 b) ergibt: $n_1 = n_2$

Es muss also sowohl die Anzahl als auch die Geschwindigkeit der weggeschlagenen stets gleich der Anzahl und Geschwindigkeit der angehobenen Pendel sein, damit sowohl Energie- als auch Impulssatz erfüllt sind!

Bemerkung:

Es reicht also nicht einen Erhaltungssatz zur Beschreibung eines Systems zu verwenden, es müssen stets alle für die Situation relevanten Sätze betrachtet werden!

Die Situation, dass ein angehobenes Pendel zwei Pendel mit halber Geschwindigkeit wegschlägt, würde zwar den Impulssatz aber nicht den Energiesatz erfüllen! ($n_1=1$, v_1 , $n_2=2$, $v_2=v_1/2$):

$$1 \cdot v_1 = 2 \cdot \frac{v_1}{2} \quad \text{Impulssatz}$$

$$1 \cdot \frac{m v_1^2}{2} = 2 \cdot \frac{m \cdot \left(\frac{v_1}{2}\right)^2}{2} \quad \text{bzw.} \quad \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_1^2}{4} \quad \text{Energiesatz}$$

Demonstration der Auswirkung von geänderter Massenverteilung auf die Winkelgeschwindigkeit in Folge der Drehimpulserhaltung

Versuch: Eine Versuchsperson sitzt ruhig auf einem Drehstuhl und hält in jeder Hand eine Hantel. Sie streckt ihre Hände waagrecht zur Seite und wird in Rotation versetzt (Abb. 2.1). Werden nun die Hände zum Körper gezogen, dreht sich die Versuchsperson schneller (Abb. 2.2), werden sie wieder ausgestreckt, dreht sie sich wieder langsamer.

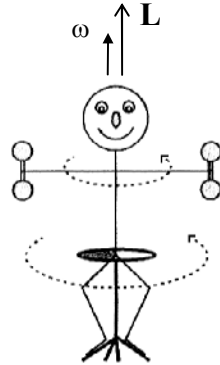


Abb. 2.1

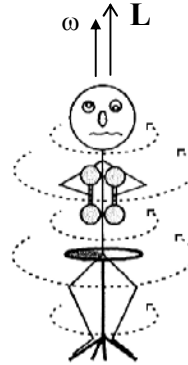


Abb. 2.2

Erklärung:

Für das abgeschlossene System Drehstuhl-Versuchsperson-Hanteln muss der Gesamtdrehimpuls stets erhalten bleiben. Jedes Massenelement Δm_i hat einen gewissen Drehimpuls L_i (r_i Abstand zur Drehachse des Stuhls, v_i Geschwindigkeit des Massenelements):

$$L_i = \Delta m_i r_i v_i = \Delta m_i r_i^2 \omega \quad \text{mit} \quad \omega = \frac{v_i}{r_i}$$

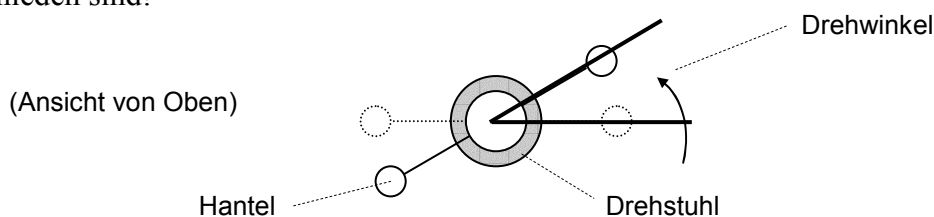
Der Gesamtdrehimpuls L ergibt sich aus der Summe der Einzeldrehimpulse:

$$L = \sum_i \Delta m_i r_i v_i = \sum_i \Delta m_i r_i^2 \omega = J \omega \quad \text{mit} \quad J = \sum_i \Delta m_i r_i^2$$

Zieht die Person nun die ausgestreckten Arme zum Körper, verringert sich das Trägheitsmoment J (Die Abstände r_i der betroffenen Massenelemente Δm_i werden kleiner, z.B. Hanteln!), und die Winkelgeschwindigkeit ω muss sich erhöhen damit der Gesamtdrehimpuls L konstant bleibt!

Bemerkung zu $\omega = v_i/r_i$:

Die Winkelgeschwindigkeit ω gibt an, um welchen Winkel sich das System pro Zeiteinheit dreht (in Bogenmaß!). Da sich aber alle Massenelemente immer um den gleichen Winkel drehen (s. Skizze) ist auch die Winkelgeschwindigkeit ω für alle Massenelemente gleich obwohl die „normalen“ Geschwindigkeiten (Weg pro Zeiteinheit) jedes Massenelementes verschieden sind!



Demonstration zur Erhaltung der Richtung des Drehimpulses

Versuch 1: Eine Versuchsperson sitzt ruhig auf einem Drehstuhl und bekommt ein sich drehendes Rad so in die Hand, dass Radachse und Drehachse des Stuhles parallel sind. Stoppt die Versuchsperson das Rad, beginnt sie sich selbst in gleicher Richtung wie das Rad zu drehen.

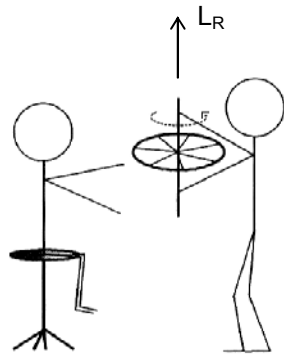


Abb. 3.1

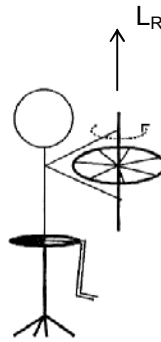


Abb. 3.2

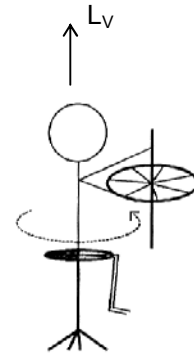


Abb. 3.3

Erklärung:

Das abgeschlossene System in Abb. 3.2 (In Abb. 3.1 ist das System noch nicht abgeschlossen!) besitzt einen Gesamtdrehimpuls durch das sich drehende Rad. Wird das Rad gestoppt (Abb. 3.3) liefert es keinen Drehimpuls mehr und die Versuchsperson auf dem Drehsessel muss anfangen sich in gleicher Richtung wie zuvor das Rad zu drehen, damit der Drehimpuls erhalten bleibt.

Versuch 2: Eine Versuchsperson sitzt ruhig auf einem Drehsessel und hält ein ruhiges Rad in der Hand. Versetzt sie das Rad in Rotation, beginnt sie sich selbst in entgegengesetzter Richtung zu drehen.



Abb. 3.4

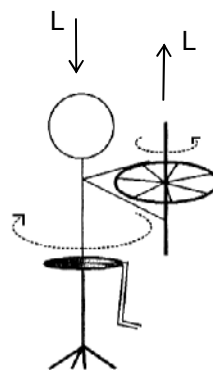


Abb. 3.5

Erklärung:

Diesmal besitzt das abgeschlossene System (Abb. 3.4) keinen Gesamtdrehimpuls. Durch das Drehen des Rades entsteht jedoch ein Drehimpuls, der durch entgegengesetzte Rotation der Versuchsperson auf dem Stuhl kompensiert wird (Abb. 3.5).

Reibung

(nach einer Arbeit von Petra Piribauer unter der Leitung von A. o. Univ. Prof Ernst Gratz)

Ohne Reibung ist es weder möglich etwas in der Hand zu halten, noch mit dem Auto anzufahren, zu bremsen oder eine Kurve zu fahren. Auch ein Nagel hält durch Reibung in der Wand.

Andererseits ist die Reibung Schuld an vielen Verschleißerscheinungen in Maschinen und man versucht deshalb sie dort so gering wie möglich zu halten.

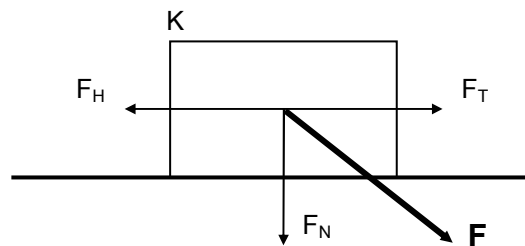
Das Wesen der Reibung ist bis heute noch nicht vollständig erforscht und geklärt. Es existiert noch keine vollständige mikroskopische Theorie, das heißt es ist noch nicht möglich von den Eigenschaften der Atome eines Körpers auf dessen Reibungseigenschaften zu schließen. Die momentan gültigen Gesetze sind empirischer Natur und gehen schon auf Leonardo da Vinci zurück. Eine eigene wissenschaftliche Disziplin, die Tribologie, befasst sich mit der Reibung und dem dabei auftretenden Verschleiß.

Man kennt mehrere Arten von Reibung:

Äußere Reibung: Haft-, Gleit- und Rollreibung

Innere Reibung: Reibung innerhalb eines Materials

Haftreibung



Wird ein Körper K, der auf einer festen Unterlage ruht, durch Kräfte F_N und F_T normal und tangential zur Auflagefläche belastet, entsteht eine Reaktionskraft F_H , die Haftreibungskraft. Diese ist bis zu ihrem Maximalwert F_H^* stets gleich groß wie F_T . Wird F_T größer als dieser Maximalwert F_H^* , wird der Körper K in Richtung von F_T verschoben. F_H^* ist abhängig von der Kraft F_N die K auf die Unterlage drückt und einem Haftreibungskoeffizienten μ_H , der von der Materialpaarung (Körper – Unterlage) und der Oberflächenbeschaffenheit der Materialien abhängig ist.

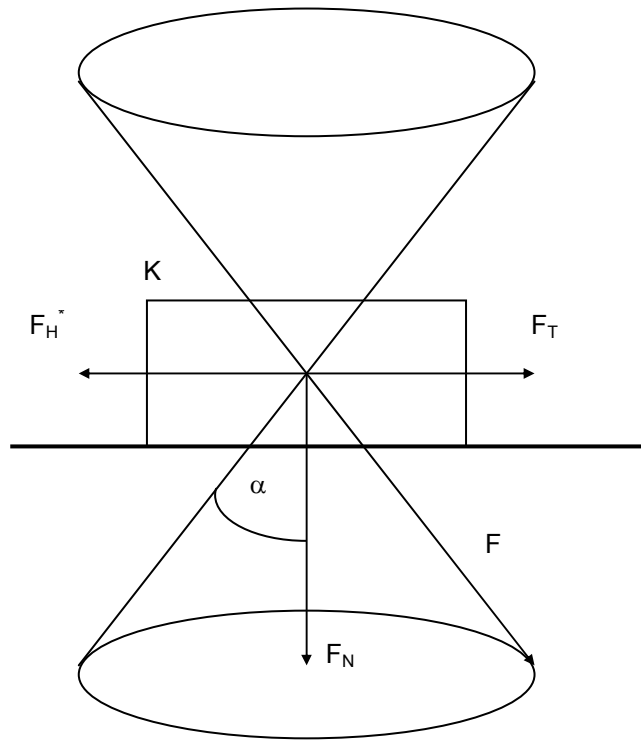
$$F_H^* = \mu_H \cdot F_N$$

Die maximale Haftreibungskraft ist außerdem von der Auflagefläche unabhängig!

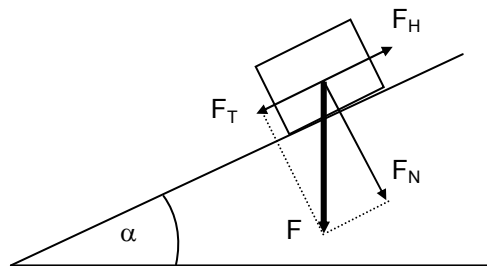
Der Reibungskegel

Nimmt man den resultierenden Vektor aus F_H^* und F_N und lässt ihn um F_N rotieren erhält man den sogenannten „Reibungskegel“.

Liegt nun die resultierende Kraft F aus F_N und F_T innerhalb oder am Kegel bleibt der Körper K in Ruhe. Liegt sie allerdings außerhalb wird K bewegt.



Bestimmung von μ_H



Der Winkel einer schiefen Ebene wird so lange erhöht, bis der Körper K zu gleiten beginnt. ($F_T = F_H^*$)

Mit den Bedingungen aus der Abb.

$$F_N = F \cdot \cos(\alpha) \quad \text{und} \quad F_H^* = F_T = F \cdot \sin(\alpha)$$

eingesetzt in $F_H^* = \mu_H F_N$

$$F \cdot \sin(\alpha) = \mu_H \cdot F \cdot \cos(\alpha)$$

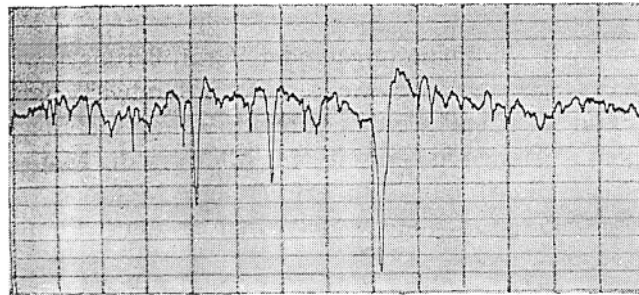
ergibt sich

$$\mu_H = \frac{F \cdot \sin(\alpha)}{F \cdot \cos(\alpha)} = \tan(\alpha)$$

Der Öffnungswinkel α entspricht auch dem halben Öffnungswinkel des Reibungskegels!

Erklärung:

Die glatte Oberfläche eines relativ harten Körpers erscheint unter dem Mikroskop als „Zackengebirge.“ (s. Abb.)



Liegen zwei Körper aufeinander, so haken diese Zacken ineinander ein. Erhöht man den Druck, haken sie stärker ein. Die maximale Haftreibungskraft nimmt zu.

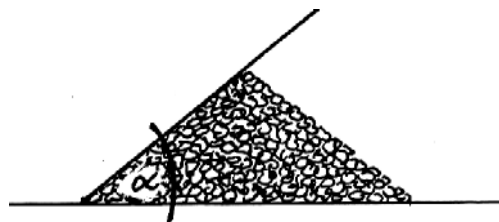
Wird die Gesamtauflagefläche eines Körpers vergrößert, nimmt der Druck pro Fläche ab, die Haken „stecken“ nicht mehr so fest zusammen. Dafür sind mehr Zacken beteiligt. Die maximale Haftreibungskraft bleibt gleich.

Entsprechendes passiert, wenn man die Auflagefläche des Körpers verkleinert.

Dieses Modell versagt allerdings bei weichen Materialien, wie z.B. Gummi. Dieser „fließt“ z.B. in die Spitzenstruktur der Straße. Deshalb bieten auch „Slicks“ (Reifen ohne Profil) bei trockener Straße eine größere Bodenhaftung (Reibung) als Reifen mit Profil.

Beispiele:

1.) Der Öffnungswinkel α entspricht auch dem *Böschungswinkel* von lose aufgeschichteten Haufen von z.B. Sand.

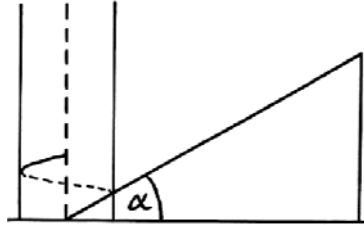


Einige Böschungswinkel, die allerdings nur eine grobe Näherung darstellen:

Stoff	Winkel
trockene Erbsen	28°
Hirsekörner	31°
Trockener Sand	34°
Braunkohle	35°
Viehsalz	39°
Gips	45°

2.) Schraube:

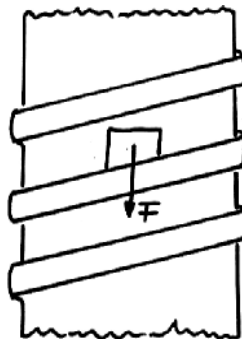
Die Schraubenlinie entsteht, wenn man ein rechtwinkeliges Dreieck (eine schiefe Ebene!) auf einen Zylinder aufwickelt. Die Hypotenuse bildet die Schraubenlinie, die Basis entspricht dem Zylinderumfang.



Das Verdrehen einer Mutter auf der Schraube kann man vergleichen mit dem Verschieben einer Last auf der schiefen Ebene.

Wichtig für die Herstellung von Schrauben ist, dass sich Schraubenmuttern durch Zug oder Druck entlang der Schraubenachse nicht selbsttätig lösen oder festziehen dürfen. Dazu muss der Neigungswinkel α der Schraubenlinie kleiner oder gleich dem Reibungswinkel sein (jener Winkel, bei dem ein Gewicht auf der schiefen Ebene zu gleiten beginnt). Die durch den Druck/Zug erzeugte Kraft F muss kleiner als die maximale Haftreibungskraft F_H^* sein. (siehe „Bestimmung von μ_H “) Daraus ergibt sich die Bedingung

$$\tan \alpha \leq \mu_H$$



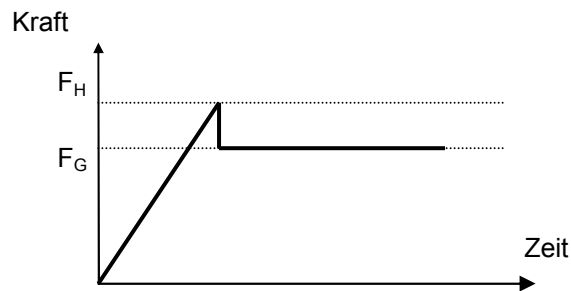
Gleitreibung

Um einen Körper K mit konstanter Geschwindigkeit v auf einer festen, ebenen Unterlage zu bewegen ist eine Kraft F nötig. Sie muss mindestens genau so groß wie die Gleitreibungskraft F_G sein. F_G ist abhängig von der Kraft F die K auf die Unterlage drückt und einem Gleitreibungskoeffizienten μ_G , der von der Materialpaarung (Körper – Unterlage) und der Oberflächenbeschaffenheit der Materialien abhängig ist.

$$F_G = \mu_G \cdot F_N$$

μ_G ist stets kleiner als μ_H und ab Geschwindigkeiten von $v > 5\text{ m/s}$ ist μ_G auch noch von der Geschwindigkeit abhängig.

Kräfteverlauf für das in Bewegung setzen eines Körpers:



Ist der Unterschied zwischen μ_G und μ_H groß kann es in der Praxis zu ruckenden Bewegungen kommen.

Bestimmung von μ_G

Wie bei Haftreibung. Nun wird die Ebene so eingestellt, dass der Körper mit konstanter Geschwindigkeit gleitet. Aus der von μ_H bekannten Herleitung ergibt sich wieder:

$$\mu_G = \tan(\alpha)$$

Erklärung:

Die Effekte der Gleitreibung lassen sich mit dem selben Modell wie der Fall der Haftreibung erklären.

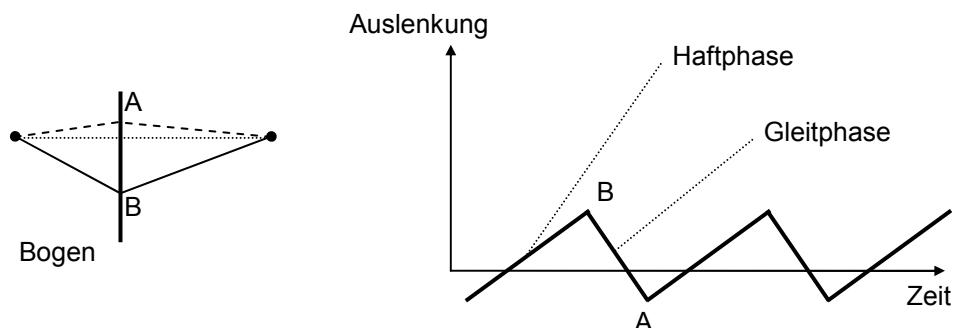
Während bei Haftreibung (Körper in Ruhe) die Zacken der Oberflächenstruktur einhaken, werden sie beim Gleiten auseinandergehoben und verbogen und rasten während der Bewegung auch nicht mehr so tief ein, was eine geringere Reibung ergibt.

Durch verbiegen oder abbrechen der Zacken während des Gleitens kommt es zu Verschleißerscheinungen.

Beispiele:

Streichinstrumente

Bei Streichinstrumenten ist der Unterschied zwischen μ_G und μ_H groß. Es entsteht eine ruckende Bewegung der Saite.



Die Saite wird von ihrer Ruheposition durch den Bogen an dem sie haftet bis zum Punkt B ausgelenkt – Haftphase. Bei B löst sie sich vom Bogen und gleitet zurück bis A – Gleitphase.