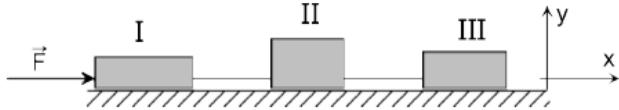


Aufgabe 8 Serie 1

Aufgabe 8

Die drei Klötze in der Abbildung haben die Massen m_I , m_{II} und m_{III} und befinden sich auf reibungsloser Unterlage. Die Massen der Verbindungsstangen seien vernachlässigbar.

Auf den ersten wirkt die Kraft \vec{F} .



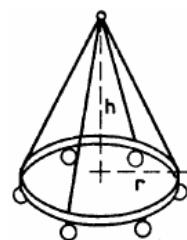
- Wie gross ist auf jeden Klotz die resultierende Kraft in y -Richtung und wie kommt sie zustande?
- Welche Beschleunigung erfährt das System?
- Wie gross ist die resultierende Kraft auf die einzelnen Klotze?
- Wie gross ist die Kraft von I auf II und diejenige von II auf III ?

Aufgabe 10 Serie 1

Aufgabe 10

Eine Leuchte von 800 N ist an vier Nylonseilen von 5.0 mm Durchmesser mit dem Elastizitätsmodul $E = 0.3 \cdot 10^{10}\text{ N/m}^2$ aufgehängt. Die Abmessungen in der Abbildung betragen $h = 2.0\text{ m}$, $r = 1.0\text{ m}$.

- Um welchen Betrag hat sich jedes Seil durch das angehängte Gewicht verlängert?
- Wievielefache Sicherheit besteht, wenn die Zugfestigkeit $7 \cdot 10^7\text{ N/m}^2$ beträgt?



Mehr dazu nächste Woche

Themen heute

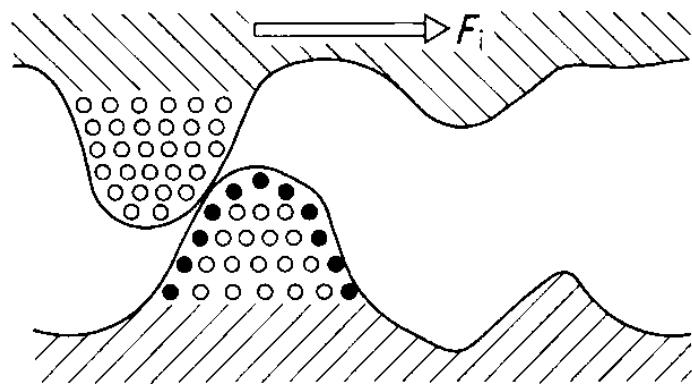
- Welche Reibung spürt ein Reifen?



Bildquelle: Wikipedia

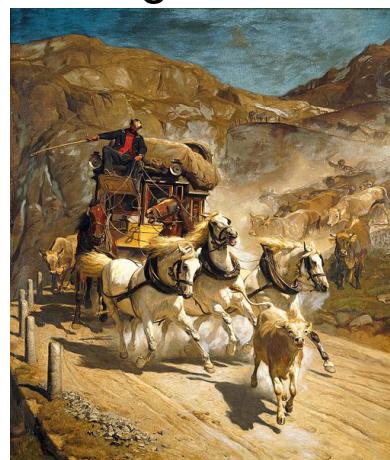
Themen heute

- Welche Reibung spürt ein Reifen?
- Wie entsteht Reibung mikroskopisch?



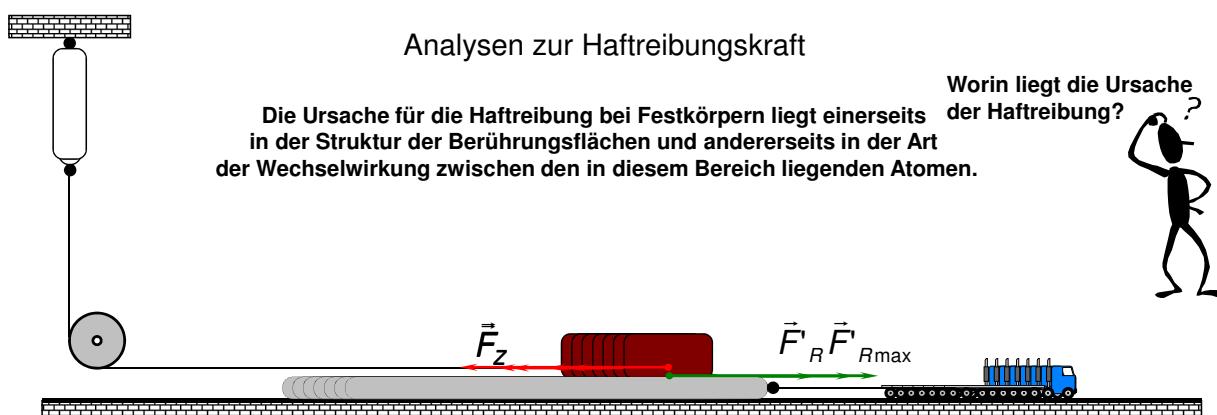
Themen heute

- Welche Reibung spürt ein Reifen?
- Wie entsteht Reibung mikroskopisch?
- Wie ändert die Kräftesituation, wenn man auf einem bewegten Wagen sitzt?



Lernziele

- Sie können eine Erklärung für die Entstehung von Reibung geben.
- Sie können die Kräftediagramme eines ruhenden Beobachter auf die Situation für einen bewegten Beobachter und umgekehrt umrechnen.



Experimentelle Feststellung:

Die Haftreibungskraft \vec{F}_R ist der zur Auflagefläche parallelen Zugkraft \vec{F}_Z entgegengerichtet und bis zu einem maximal möglichen Wert \vec{F}_{Rmax} dieser dem Betrage nach gleich.

$$\rightarrow \vec{F}_R = \vec{F}_Z \quad \text{im Wertebereich}$$

$$0 \leq F_Z \leq F_{Zmax} = F_{Rmax}$$

Der Maximalwert der Haftreibungskraft hängt nicht von der Grösse der Auflagefläche ab!

$$\rightarrow F_{Rmax} \neq f(A) \quad (\text{Gilt für starre Körper!})$$

Die maximale Haftreibungskraft ist proportional zur Normalkraft.

$$\rightarrow F_{Rmax} \propto F_N$$

Der Proportionalitätsfaktor wird als Haftreibungskoeffizient bezeichnet.

$$\rightarrow F_{Rmax} = \mu' F_N$$

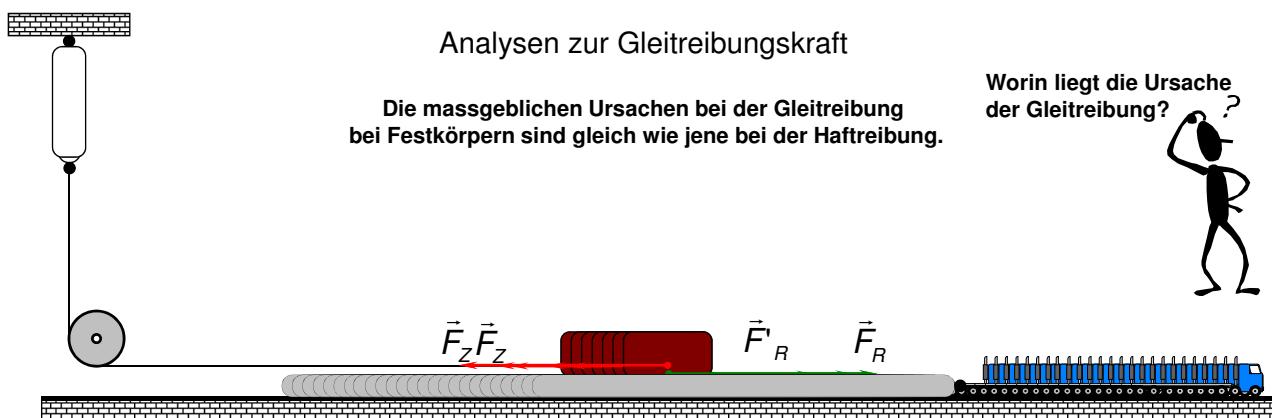
Haftreibungskoeffizient

Aufgabe 11 Serie 1

Aufgabe 11

Ein Auto hinterliess nach einer Notbremsung mit blockierten Rädern ($\mu = 0.45$) eine 40 m lange Bremsspur.

- Wie lange wäre der Bremsweg bei optimaler Bremsung ($\mu = 0.90$) gewesen?
- Wie schnell fuhr der Wagen im ersten Fall an der Stelle vorbei, an der er im zweiten Fall stillgestanden wäre?



Experimentelle Feststellung:

Die Gleitreibungskraft \vec{F}_R ist der zur Auflagefläche parallelen Bewegungsrichtung entgegengesetzt.

$$\rightarrow \vec{F}_R \uparrow \downarrow \vec{v}$$



Die Gleitreibungskraft hängt nicht von der Grösse der Auflagefläche ab!

$$\rightarrow F_R \neq f(A)$$

(Gilt für starre Körper!)

Die Gleitreibungskraft hängt nicht von der Geschwindigkeit ab!

$$\rightarrow F_R \neq f(v)$$

Die Gleitreibungskraft ist proportional zur Normalkraft.

$$\rightarrow F_R \propto F_N$$

Der Proportionalitätsfaktor wird als Gleitreibungskoeffizient bezeichnet.

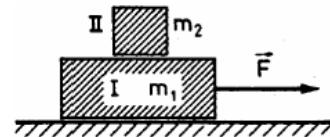
$$\rightarrow F_R = \mu \cdot F_N$$

Aufgabe 12 Serie 1

Aufgabe 12

Für die Reibung zwischen den Körpern I und II der Abbildung gelte die Haftreibungszahl $\mu_H = 0.4$.

- (a) Welche Beschleunigung darf die Kraft \vec{F} dem System der beiden Körper höchstens erteilen, damit der obere auf dem unteren nicht zu gleiten beginnt?



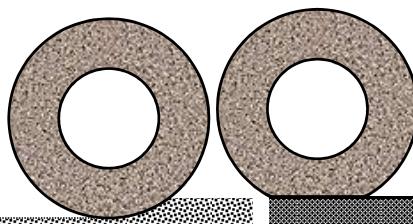
- (b) Wie gross darf diese Kraft höchstens werden, wenn für $m_1 = 5.0 \text{ kg}$ und $m_2 = 2.0 \text{ kg}$ und für die Reibung zwischen der Berührungsfläche des Körpers I und der Unterlage die Gleitreibungszahl $\mu_G = 0.3$ angenommen wird?

Rollreibung

Wodurch kommt die Rollreibung zustande?



Die Rollreibung oder der Rollwiderstand ist eine Folge der beim Abrollen auftretenden Verformungen von Rädern und Unterlage.



Verformung der Unterlage

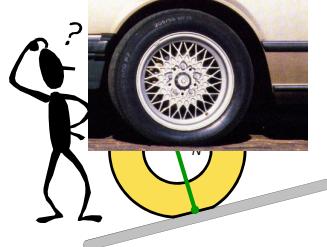
z.B. fahren im Schnee



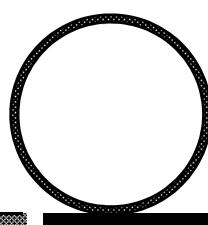
Die Rollreibung ist proportional zur Normalkraft

Verformung des Rades

z.B. Auto auf Asphalt



Der Proportionalitätsfaktor wird als Rollreibungskoeffizient bezeichnet.



geringe Verformung der Unterlage und Rades

z.B. Eisenbahn



→

$$\rightarrow F_R = \mu_{RR} \cdot F_N$$

Rollreibungskoeffizient

Reibungskoeffizienten

Stoffpaare	μ_h	μ_g
Stahl/Stahl	0.75	0.5
Eisen/Eisen	1.10	0.4
Aluminium/Aluminium	1.05	1.04
Nickel/Nickel	1.6	0.7
Kupfer/Stahl	0.53	0.36
Blei/Stahl	0.95	0.95
Stahl/Aluminium	0.61	0.47
Glas/Glas	0.94	0.4
Holz/Holz*	0.6	0.4
Teflon/Teflon	0.04	0.04
Eis/Eis	0.1	0.03
Stahl/Glas	0.6	0.1
Messing/Holz	0.65	0.6
Stahl/Eis	0.3	0.1
Holz/Eis	0.4	0.1
Teflon/Eis	0.1	0.05
Gummi/trockener Asphalt	0.9	0.8
Gummi/nasser Asphalt	0.5	0.4
Gummi/Eis	0.05	0.05
Beton/Beton	0.8	0.7
Sandpapier/Sandpapier	1–5	0.5–3

* abhängig von der Faserrichtung

Reibungskoeffizienten

(Bergmann Schäfer)

© BöJ

Atomares Bild der Reibung

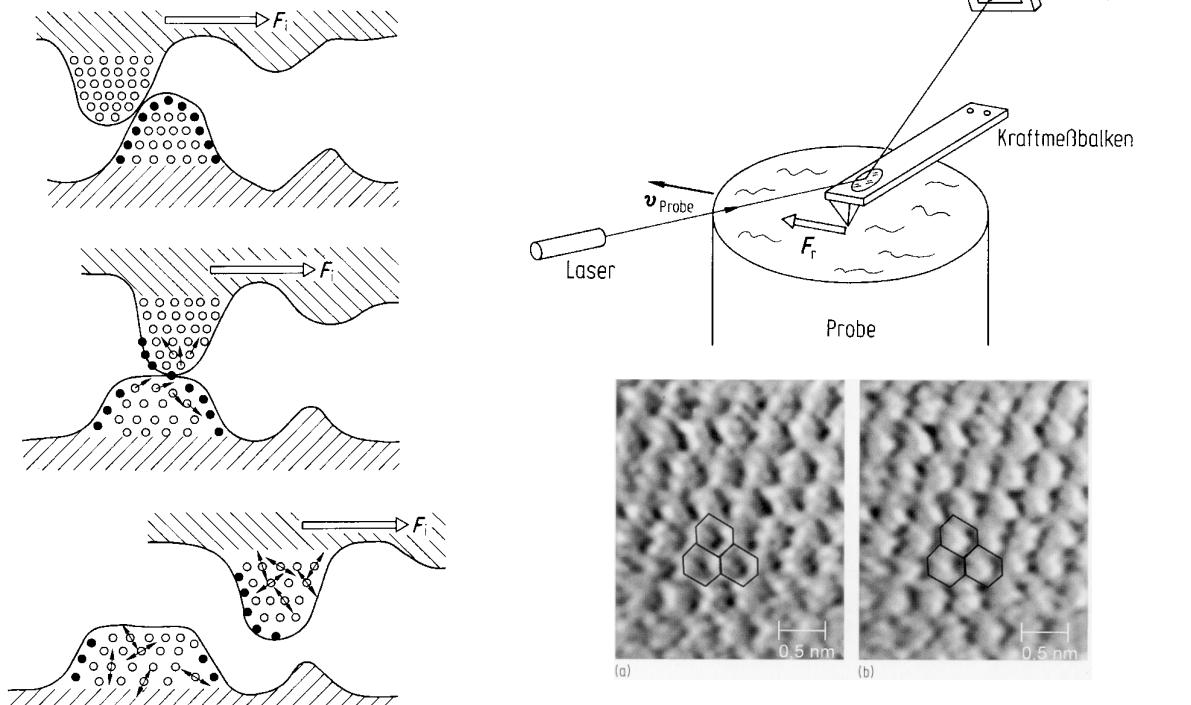


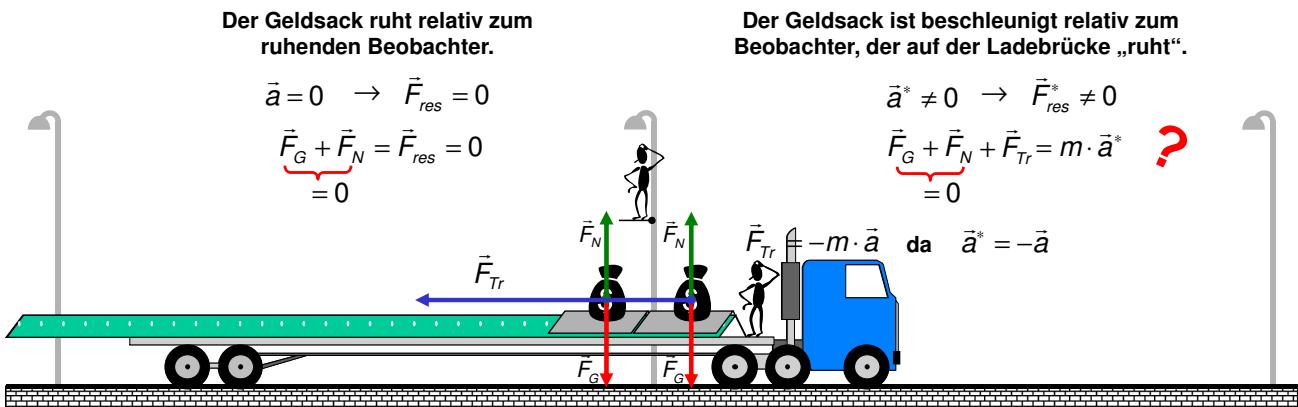
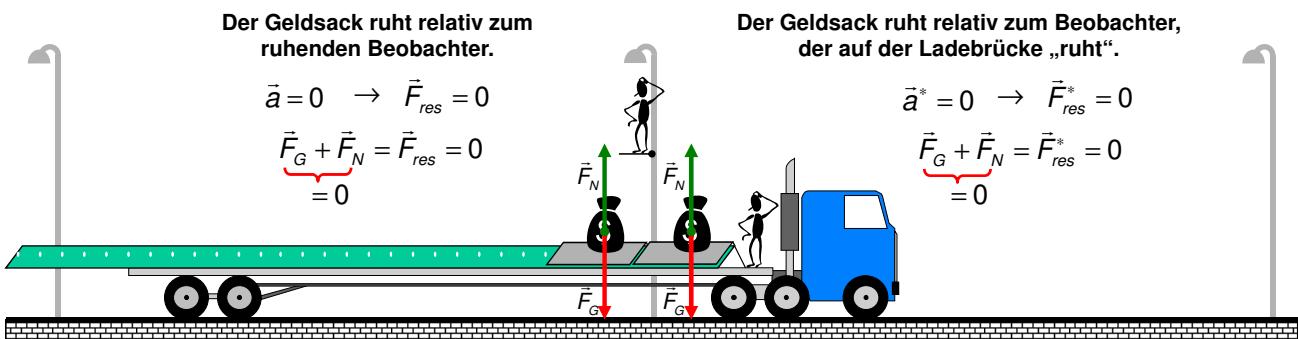
Abb. 12.16 Mit der Anordnung aus Abb. 12.15 aufgenommene Bilder einer Glimmeroberfläche mit atomarer Auflösung. (a) Oberflächenstruktur mit eingezeichneten Elementarzellen; Profiltiefe 0.25 nm; Höhen hell, Tiefen dunkel. (b) Struktur der Reibungskräfte bei einem Auflagedruck der Spitze von $5 \cdot 10^{-9}$ N; große Kräfte hell, kleine Kräfte dunkel; Grauskalabereich $5 \cdot 10^{-10}$ N (Photos: O. Marti, Konstanz).

Atomares Bild der Reibung

(Bergmann Schäfer)

© BöJ

Überlegungen zur Kräftesituation in beschleunigten Bezugssystemen



Überlegungen zur Kräftesituation in beschleunigten Bezugssystemen

© BöJ

Prinzip von D'Alembert

Prinzip von D'Alembert

In Bezug auf ein mit einem beschleunigten Körper mitbewegten Bezugssystem befindet sich dieser in Ruhe. Die vektorielle Summe aller am Körper angreifenden Kräfte einschließlich der Trägheitskraft ist also stets gleich Null.

Prinzip von D'Alembert

$\ddot{a} = 0 \rightarrow \vec{F}_{res} = 0$	$\ddot{a}^* = 0 \rightarrow \vec{F}_{res}^* = 0$	$\ddot{a} \neq 0 \rightarrow \vec{F}_{res} \neq 0$
$\vec{F}_G + \vec{F}_F = \vec{F}_{res} = 0$	$\vec{F}_G + \vec{F}_F = \vec{F}_{res}^* = 0$	$\vec{F}_G + \vec{F}_F = \vec{F}_{res} = m \cdot \ddot{a}$
$= 0$	$= 0$	$\neq 0$
Die Kugel ruht relativ zum ruhenden Beobachter.	Die Kugel „ruht“ relativ zum Beobachter im ruhenden Lift.	Die Kugel ist beschleunigt relativ zum ruhenden Beobachter.

Prinzip von D'Alembert

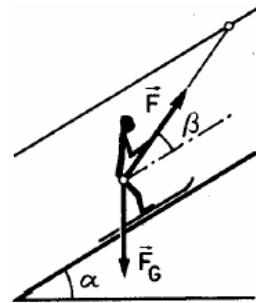
© BöJ

Aufgabe 13,14 Serie 1

Aufgabe 13

Mit dem Skilift geht es gleichförmig hangaufwärts. Für die nebenstehende Abbildung gilt: $F_G = 800 \text{ N}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 20^\circ$. Mit welcher Kraft \vec{F} wird der Skiläufer gezogen,

- (a) bei Vernachlässigung der Reibung zwischen Ski und Schnee,
- (b) wenn ein Reibungskoeffizient von 0.1 angenommen wird? Der Lift bleibt unterwegs stehen. Die Haftreibungszahl sei 0.15.
- (c) Welche Kraft übt jetzt das Zugseil mindestens aus? Die Lösungen a) und b) sind auch zeichnerisch darzustellen.



Aufgabe 14

Die Gewichte der beiden Körper sind $F_1 = 0,9 \text{ kN}$, $F_2 = 0,3 \text{ kN}$; die Haftreibungszahl beträgt an allen Berührungsflächen $1/3$. Wie gross darf der veränderliche Winkel α höchstens gewählt werden, damit der auf der schießen Ebene liegende Körper gerade noch in Ruhe bleibt?

