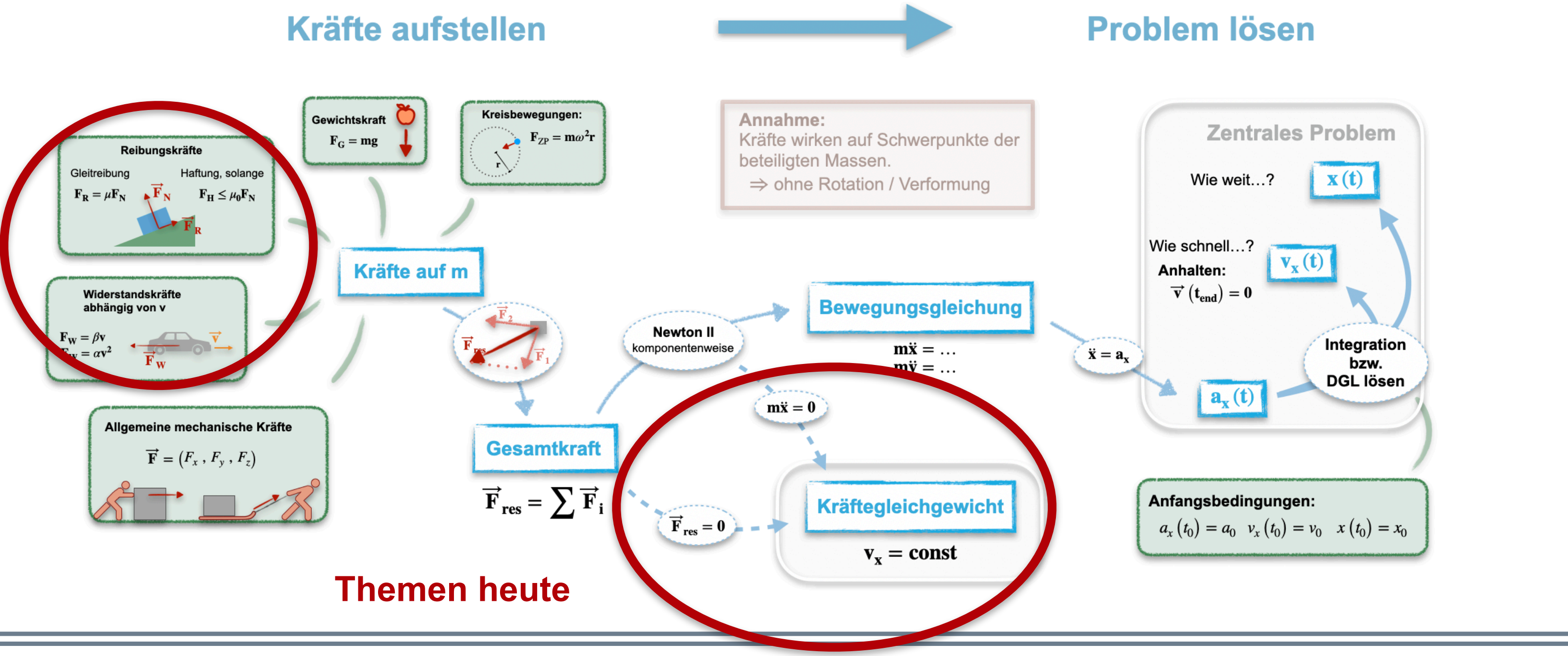
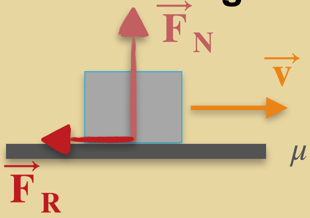
Physik I für Medis 2021

Einordnung: Was machen wir gerade?



Reibung an Oberflächen

Gleitreibung

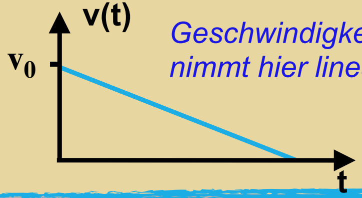


$$F_R = \mu F_N$$

μ : Reibungskoeffizient

Spezialfall: $F_x = 0$

$$m\ddot{x} = -F_R \quad \Rightarrow \dot{x} = v_0 - \frac{F_R}{m}t$$

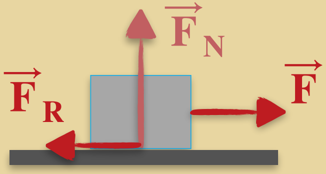


Geschwindigkeit nimmt hier linear ab

Haftreibung > Gleitreibung

$\mu_0 > \mu$

Haftreibung (statisch)



$$F_{H,max} = \mu_0 F_N$$

μ_0 : Haftreibungszahl

Kräftegleichgewicht:

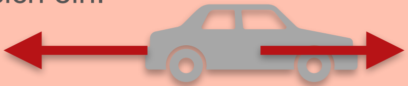
$F_R = F$ solange $F_R < F_{H,max}$

dann: plötzliches Gleiten

Reibung abhängig von v: z.B.

Bei konstanter Beschleunigung (z.B. freier Fall):

Kräfte-Gleichgewicht stellt sich ein!



Krishnas «Butterball» ist ein besonderer Felsen in Tamil Nadu, Indien.
Wie kann es sein, dass der Felsen in dieser Position bleibt?

a) Die Reibungskraft ist gerade genau so gross wie die Hangabtriebskraft.
b) Die Reibungskraft ist viel grösser als die Hangabtriebskraft.
c) Die Normalkraft kompensiert die Reibungskraft gerade so, dass die Hangabtriebskraft null wird.
d) Die Normalkraft ist grösser als die Gravitationskraft, sodass die Hangabtriebskraft null wird.

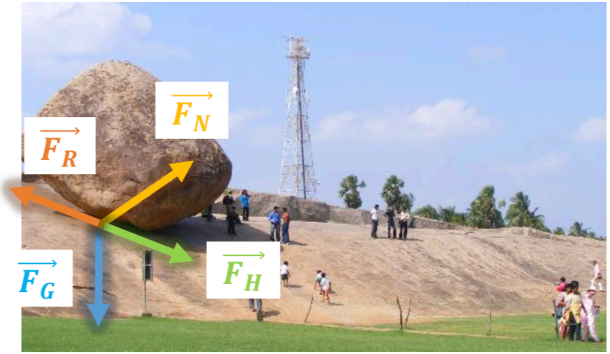
ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 7

b) nicht, dann würde der Stein nach oben beschleunigt und es gäbe kein Gleichgewicht.
c) nicht, weil die Normalkraft die Reibungskraft erzeugt: $F_R = \mu F_N$.
d) nicht, $F_N \leq F_G$ mit Gleichheit bei horizontaler Fläche.

Krishnas «Butterball» ist ein besonderer Felsen in Tamil Nadu, Indien.
Wie kann es sein, dass der Felsen in dieser Position bleibt?

a) Die Reibungskraft ist gerade genau so gross wie die Hangabtriebskraft.
b) Die Reibungskraft ist viel grösser als die Hangabtriebskraft.
c) Die Normalkraft kompensiert die Reibungskraft gerade so, dass die Hangabtriebskraft null wird.
d) Die Normalkraft ist grösser als die Gravitationskraft, sodass die Hangabtriebskraft null wird.



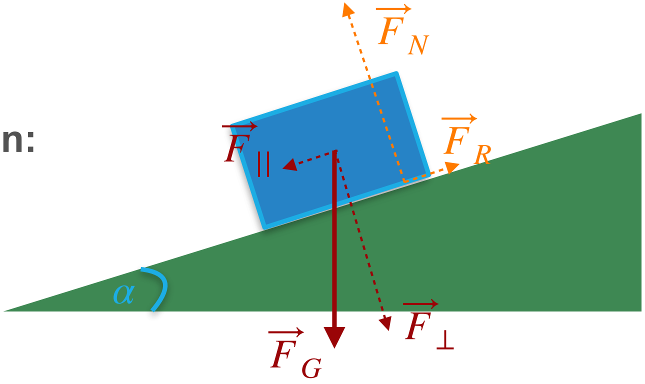
Haft- und Gleitreibung an der schiefen Ebene

Bedingung für Haften:

Kräftegleichgewicht!

$$F_R = F_{||}$$

$$F_R < \mu_0 F_N$$



$$\left|F_N\right| = \left|F_\perp\right|$$

(alles betragsmässig betrachtet)

Gleitreibung:

Kraft bremst das Gleiten

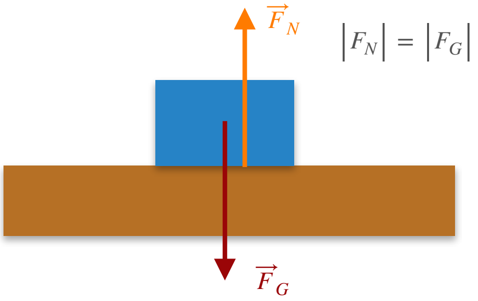
$$F_R = \mu F_N = \mu F_G \cos\alpha$$

Newton II:

$$m\ddot{s} = F_{||} - F_R$$

Kräftegleichgewichte

Statisches KGG



F_N **wird von Boden aufgebracht.**

Keine Bewegung, $v = 0$

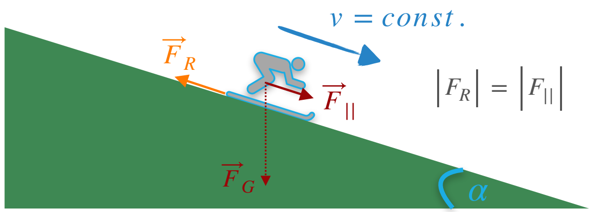
Allgemein gilt:

$$\sum_i \vec{F}_i = 0$$

$$\rightarrow m\ddot{s} = 0$$

$$v = const.$$

Dynamisches KGG



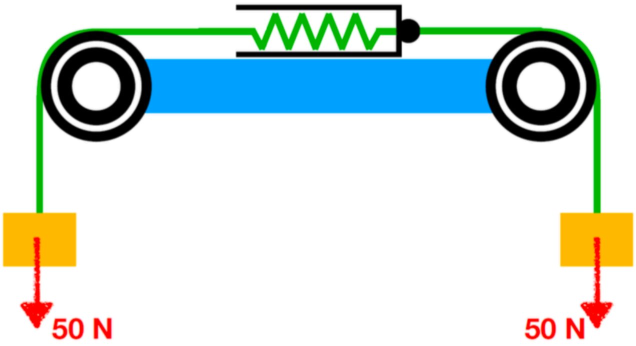
Reibung ist zufällig gleich gross wie Abtriebskraft.

Bewegung mit Geschwindigkeit $v = const.$

(senkrecht auf Ebene herrscht statisches KGG)

Welche Kraft zeigt der Federkraftmesser an?

a) 0 N
b) 50 N
c) 100 N
d) Kommt darauf an, aus welchem Material die Feder ist.



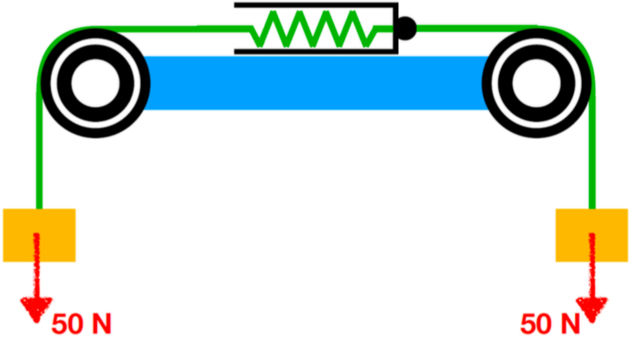
Welche Kraft zeigt der Federkraftmesser an?

a) 0 N

b) 50 N

c) 100 N

d) Kommt darauf an, aus welchem Material die Feder ist.

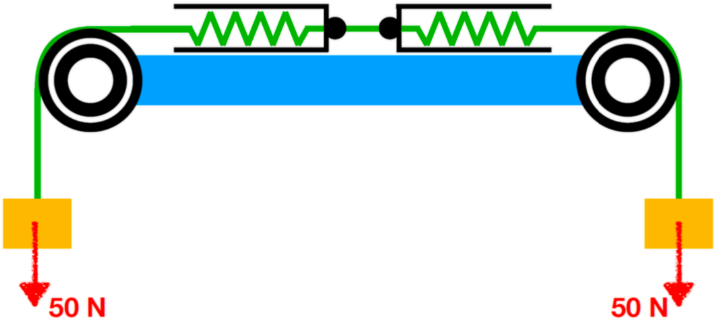


Wenn die linke Seite durch eine Wand ersetzt wird, ist das Resultat klar. Die Masse zieht mit 50 N am Kraftmesser, welcher wiederum mit 50 N an der Wand zieht. Da es ein Gleichgewicht ist, muss die Wand ebenfalls den Kraftmesser mit 50 N ziehen. Ersetzt die Masse die Wand, ändert sich nichts an der Situation, da nun die Masse (anstatt der Wand) die 50 N liefert.
Falls d) gewählt wird sollte nochmal besprochen werden, wie ein Federkraftmesser funktioniert.

ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Welche Kraft zeigen die Federkraftmesser an?

a) 0 N
b) 50 N
c) 100 N
d) Kommt darauf an, ob beide aus demselben Material sind.



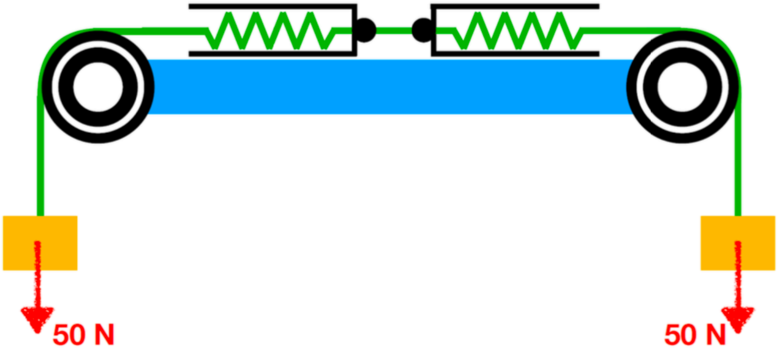
Welche Kraft zeigen die Federkraftmesser an?

a) 0 N

b) 50 N

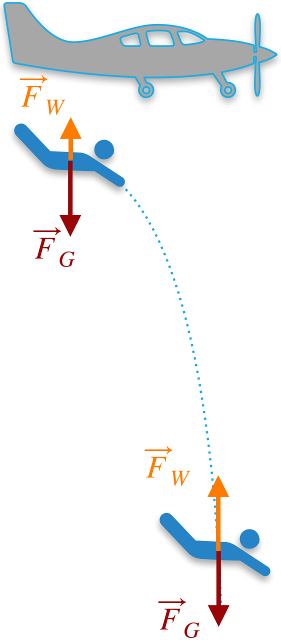
c) 100 N

d) Kommt darauf an, ob beide aus demselben Material sind.



Es ändert sich nichts an der Situation, da die 50 N einfach «durch das System hindurch geleitet werden» und wiederum von der linken Masse geliefert werden.
Falls d) gewählt wird, sollte nochmal besprochen werden, wie ein Federkraftmesser funktioniert.

Kräftegleichgewicht und Grenzgeschwindigkeit



A) beschleunigter Fall

$\vec{F}_W$ wächst mit zunehmender Geschwindigkeit

B) dynamisches KGG

$$v = const.$$

Kräfte auf Skydiver:

$\vec{F}_G = -mg\ \hat{e}_z$ und Luftwiderstand: $\vec{F}_W = \alpha v^2\ \hat{e}_z$

Bewegungsgleichung in z-Richtung:

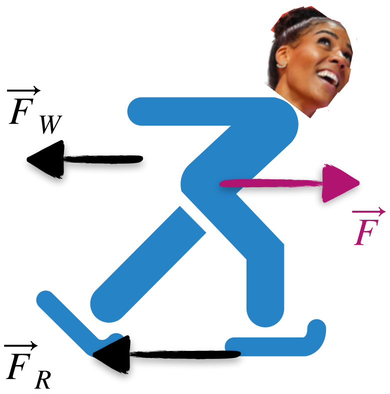
$$m\ddot{z} = -mg + \alpha\dot{z}^2$$ DGL!

Abkürzung für Grenzgeschwindigkeit

$$m\ddot{z} = 0 \qquad \rightarrow v^2 = \frac{mg}{\alpha}$$

Signalwörter: **"maximale Geschwindigkeit"** **"für grosse Zeiten"** **"im Gleichgewicht"**

Beispielaufgabe: Eisschnelllauf



Beispiel für typische Werte:

$$\alpha \sim 0.3 \frac{kg}{m} \qquad \left|\vec{F}_R\right| = 30\ N$$

$$\rightarrow v = 13\ \frac{m}{s} = 46.5\ \frac{km}{h}$$

Kräfte:

Konstante Antriebskraft $F_{vor} = 80\ \mathrm{N}$

Kufenreibung $F_R = const.$

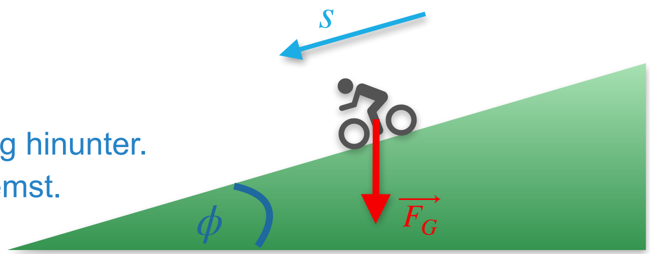
Luftwiderstand: $F_W = \alpha v^2$

Bewegungsgleichung: $m\ddot{x} = F_{vor} - F_R - \alpha v^2$

Berechne maximale Geschwindigkeit:

$$m\ddot{x} = 0 \qquad v_{max} = \sqrt{\frac{F_{vor} - F_R}{\alpha}}$$

Warm - up Clicker



Eine Fahrradfahrerin rollt von selbst, ohne Antrieb, einen Abhang hinunter.
Diesmal wird sie von Reibung und Luftwiderstand ($\sim v^2$) gebremst.
Welche Aussagen stimmen?

A) Wegen der Reibung bremst sie immer mehr ab, bis sie stehen bleibt.

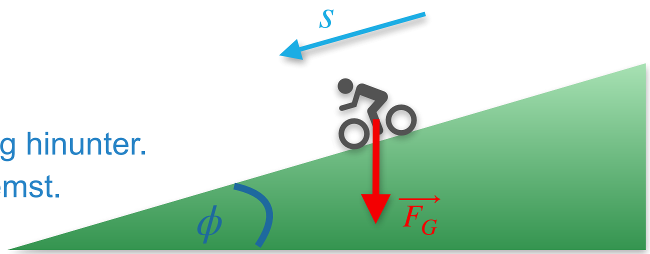
B) Nach einiger Zeit hat sie konstante Geschwindigkeit.

C) Mit Sicherheit besteht am Ende ein Kräftegleichgewicht.

D) Die Bewegungsgleichung kann so aussehen

$$m\ddot{s} = mg\sin\phi - F_R$$

Warm - up Clicker



Eine Fahrradfahrerin rollt von selbst, ohne Antrieb, einen Abhang hinunter.
Diesmal wird sie von Reibung und Luftwiderstand ($\sim v^2$) gebremst.
Welche Aussagen stimmen?

A) Wegen der Reibung bremst sie immer mehr ab, bis sie stehen bleibt.

Dann wäre sie nicht von selbst losgefahren. (Haftreibung > Gleitreibung)

Nach einiger Zeit hat sie konstante Geschwindigkeit.

Mit Sicherheit besteht am Ende ein Kräftegleichgewicht.

Ja, wegen der v-Abhängigkeit des Luftwiderstands.

D) Die Bewegungsgleichung kann so aussehen

$$m\ddot{s} = mg \sin\phi - F_R$$

Da der Luftwiderstand $\sim v^2$ ist, fehlt hier ein Term, z.B. $-\alpha v^2$