# Aufgabensammlung Mechanik

## 1 Reibung

Sie finden diese Aufgabe: `./reibung01.tex`.

AUFGABE 1: Geben Sie je ein Beispiel für Gleitreibung, Rollreibung und Haftreibung. Worin besteht der Unterschied zwischen Gleitreibung, Rollreibung und Haftreibung? In welcher Grössenordung ist die Gleitreibungszahl, Rollreibungszahl, Haftreibungszahl? Was bedeutet der Unterschied in den Gleitzahlen?

Sie finden diese Aufgabe: `./reibung02.tex`.

AUFGABE 2: Kann die Reibungszahl grösser als 1 sein?Was bedeutet das? Wo könnte so ein Fall auftreten?

Sie finden diese Aufgabe: `./reibung03.tex`.

AUFGABE 3: Bremsen in Autos werden mit einem speziellen System, dem ABS (Antiblockiersystem) gesteuert. Drückt der Autofahrer auf sein Bremspedal, sorgt das ABS dafür, dass der Bremsdruck von den Bremsklötzen in rascher Abfolge vermindert wird.

a) Veranschaulichen Sie sich das Bremssystem eines Autos.

b) Warum ist die Nutzung des ABS sinnvoll?

Sie finden diese Aufgabe: `./reibung04.tex`.

AUFGABE 4: Ein Auto mit einer Masse von 1,5 T überträgt über die Pneus eine Kraft auf die Strasse. 60 % der Wagenmasse liegen auf der Antriebswelle (und damit auch auf den Antriebsrädern, der Wagen hat kein Allrad).

a) Was passiert, wenn diese Kraft überschritten wird?

b) Wie viel Kraft kann maximal auf die Strasse übertragen werden?

## 2 Lösen von Statikproblemen mit Hilfe des Drehmomentes

Sie finden diese Aufgabe: `./statik_drehmomente_bruecke01.tex`.

AUFGABE 5: Eine Person (75kg) geht über einen zehn Meter langen Stahlträger. Der Stahlträger liegt vorne und hinten auf. Nehmen Sie den Stahlträger fürs erste als masselos an.

a) Skizzieren Sie die Situation.

b) Zeichnen Sie einen Kräfteplan.

c) Welche Bedingung muss für die Kräfte gelten?

d) Was gilt für die Drehmomente?

e) Wählen Sie einen der Auflagepunkte als Drehachse und berechnen Sie die Kraft auf den ersten Auflagepunkt wenn der Mensch direkt darauf steht.

f) Wie gross ist die Kraft auf den ersten Auflagepunkt, wenn der Mensch in der Mitte der Brücke steht?

g) Stellen Sie die Kraft auf den ersten Auflagepunkt für beliebige Positionen des Menschen graphisch dar.

h) Berücksichtigen Sie die Masse des Stahlträgers von 150 kg. Wie verläuft die Kraft nun in Abhängigkeit von der Position der Person?

Sie finden diese Aufgabe: `./statik_drehmomente_bruecke02.tex`.

AUFGABE 6: Eine Person (75kg) geht über einen zehn Meter langen Stahlträger. Der Stahlträger liegt vorne und hinten auf. Berechnen Sie die Kraft, die auf den ersten Aufliegepunkt wirkt, während die Person über die Brücke geht. Stellen Sie ihr Ergebnis graphisch dar.

a) Nehmen Sie zuerst an, der Stahlträger sei masselos.

b) Berücksichtigen Sie die Masse des Stahlträgers von 150 kg.

# 3 Kreisbewegungen

Sie finden diese Aufgabe: `./kreisbewegung01.tex`.

AUFGABE 7:

a) Um einen Körper auf eine Kreisbahn zu zwingen benötigt man eine Kraft. Erklären Sie dies.

b) In welche Richtung zeigt diese Kraft?

c) Von welchen Grössen hängt diese Kraft ab?

d) Wie gross ist die Kraft?

Sie finden diese Aufgabe: `./hammerwurf.tex`.

AUFGABE 8: Beim Hammerwurf schwingen Sie eine Metallkugel an einem Drahtseil im Kreis. Die Metallkugel wiegt 7,26 kg. Das Drahtseil ist 2,10 m lang.

a) Wie hoch ist die Geschwindigkeit der Kugel wenn die Horizontalkomponente der Seilkraft 2000 N beträgt?

b) Wie viele Umbrehungen machen Sie in der Sekunde bei dieser Geschwindigkeit?

Lösung a) $v = 24\,\mathrm{m/s}$, b)1,82 Hz

# 4 Energieerhaltung

Sie finden diese Aufgabe: `./energieerhaltung_kugelbahn.tex`.

AUFGABE 9: Galileo Galilei (* 1564 in Pisa, † 1641 in Arcetri bei Florenz) untersuchte das Fallen von Körpern und fand dabei als erster das Fallgesetz. Zu seiner Zeit gab es noch keine Uhren, die Bruchteile von Sekunden messen konnten, daher war er darauf angewiesen, dass Fallen stark zu verlangsamen um den Zusammenhang von Weg und Zeit beim Fallen von Körpern trotzdem messen zu können. Um dies zu erreichen, benutzte er eine schiefe Ebene um die Beschleunigung zu verringern. Für die schiefe Ebene hängt die Beschleunigung vom Steigungswinkel ab. Bei kleinen Steigungen, ist die Beschleunigung klein, im Grenzfall eines Winkels von 90° erhält man die Fallbeschleunigung. Benutzten Sie die Energieerhaltung (dieses praktische Konzept kannte Galilei noch nicht), um die Beschleunigung in Abhängigkeit vom Steigungswinkel zu bestimmen.

a) Machen Sie eine Skizze des Versuchsaufbaus. *Zeichnerisch K1*

b) Finden Sie eine Formel für die potentielle Energie, die vom Steigungswinkel abhängt. *Formale Herleitung K1*

c) Berechnen Sie für verschiedene Steigungswinkel (15°, 45 , °, 75° und 90°) die Endgeschwindigkeit eines Schlittens, der 1,5 m auf einer schiefen Ebene gleitet. *Berechnung mit numerischem Resultat K2*

d) Wie stark wurde der Schlitten für die oben genannten Winkel beschleunigt? Tragen Sie die Werte in ein Diagramm ein. Stellen Sie eine allgemeine Formel für die Beschleunigung in Abhängigkeit vom Steigungswinkel auf. *Berechnung mit numerischem Resultat K2*

Galilei nutzt anstatt eines Schlittens eine Kugeln, die er die schiefe Ebene runter rollen liess. Er ignorierte dabei, dass die Kugel rollend die schiefe Ebene herunterkommt. Dadurch kam er auf einen falschen Wert für die Fallbeschleunigung. Benutzt man eine Kugel, ist die kinetische Energie $E_{\text{kin}} = {}^{7}/_{10} \cdot m \cdot v^2$.

e) Auf welchen Wert für die Fallbeschleunigung ist Galilei mit einer Messingkugel gekommen? *Berechnung mit numerischem Resultat K2*

# Musterlösungen

LÖSUNG 4: Die maximale Kraft, die auf die Strasse übertragen werden kann ist begrenzt durch die Reibung. Die Reibung ist proportional zur Normalkraft. In der Formelsammlung findet man die Proportionalitätskonstante für dieses Problem. Die Haftreibungszahl ist

---

LÖSUNG 8:

a) Die Geschwindigkeit der Kugel kann so bestimmt werden:

$$F_{\text{Res}} = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{F_{\text{Res}} \cdot r}{m}} = 24\,\text{m/s}$$

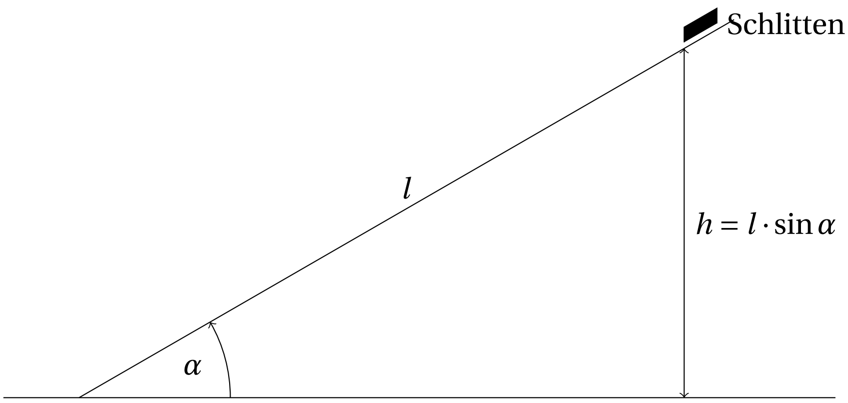
b) Damit ergeben sich 1,82 Umdrehungen pro Sekunde.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{U \cdot n}{\Delta t} \rightarrow n = \frac{v \cdot \Delta t}{U} = 1{,}82\,1/\text{s} = 1{,}82\,\text{Hz}$$

---

LÖSUNG 9:

a) Eine Skizze könnte so aussehen:




b) Für die potentielle Energie gilt:

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot l \cdot \sin\alpha.$$

c) Es gilt die Energieerhaltung. Das heisst, die Gesamtenergie bleibt konstant, während der Schlitten die Ebene herunterrutscht. Die potentielle Energie, die der Schlitten oben mehr hat, wandelt sich beim runterrutschen in kinetische Energie um. Oben war die kinetische Energie Null, damit ist sie unten gleich der potentiellen Energie oben.

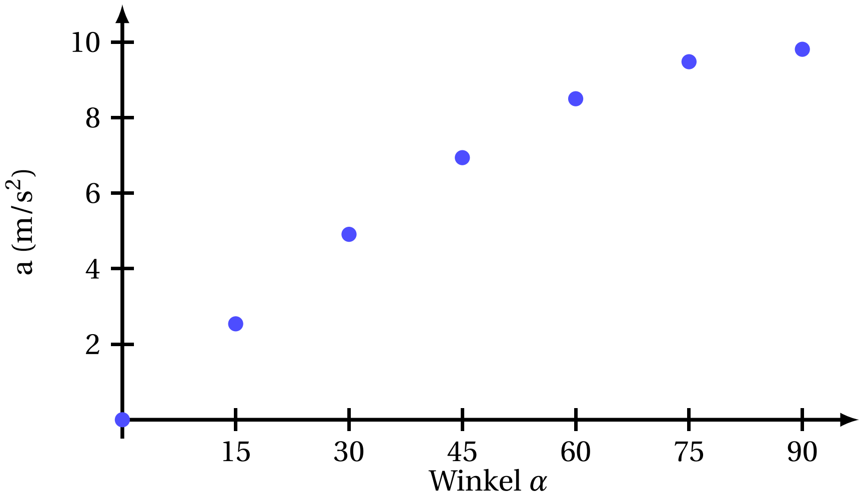
$$E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$$
$$m \cdot g \cdot l \cdot \sin\alpha = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot l \cdot \sin\alpha}.$$

Damit erhält man für 15° eine Geschwindigkeit von 2,76 m/s, für 45° eine Geschwindigkeit von 4,56 m/s, für 75° eine Geschwindigkeit von 5,33 m/s und für 90° eine Geschwindigkeit von 5,42 m/s.

d) Für diesen Aufgabenteil kann eine Formel aus der Kinematik verwendet werden:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \rightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot \Delta s}.$$

Damit bekommen wir Werte für die Beschleunigung. Bei einem Winkel von 15° ist die Beschleunigung 2,54 m/s$^2$, bei einem Winkel von 45° ist die Beschleunigung 6,94 m/s$^2$, bei einem Winkel von 75° ist die Beschleunigung 9,48 m/s$^2$ und bei einem Winkel von 90° ist die Beschleunigung 9,81 m/s$^2$.




Setzt man die Formel für die Geschindigkeit (haben wir in Aufgabenteil c) erhalten) in die obige Formel ein, bekommen wir eine allgemeine Formel für die Beschleunigung an der schiefen Ebene

$$a = \sin\alpha \cdot g.$$

e) Wiederholt man die Rechnung, und setzt dabei die kinetische Energie einer Kugel ein, so erhält man die folgend winkelabhängige Beschleunigung

$$a = \frac{5}{7} \cdot g \cdot \sin\alpha.$$

Galilei muss also etwa 7 m/s$^2$ für die Fallbeschleunigung erhalten haben.