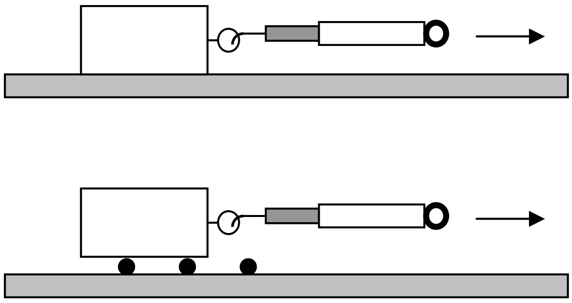
Station 1: Reibung

Lies den beiliegenden Informationstext (Quelle: Dorn Bader 2, S. 129).

Führe folgende Experimente durch.

Material:
7 beschichtete Klötzchen mit Öse (Masse ca. 145g)
- Aluminiumfolie
- Styropor
- Kunststoff (nicht klebend)
- Holz
- Band
- Pappe
- Gummi

2 Kraftmesser
3 Rundholzstäbchen



Experiment 1: Reibung und Material
Ziehe die unterschiedlich beschichteten Holzklötzchen (beschichtete Seite nach unten) an dem Kraftmesser gleichmäßig über den Tisch (Gleitreibung) und miss die benötigte Kraft *F*.

Material	Holz	Styropor	Kunststoff	Band	Pappe	Gummi	Aluminium
F in N							

Experiment 2: Reibung und Masse
Miss die Gleitreibung des unbeschichteten Holzklötzchens. Stapel nach und nach die 7 Klötzchen übereinander und miss jeweils die Gleitreibung.

Masse	1 Klotz	2 Klötze	3 Klötze	4 Klötze	5 Klötze	6 Klötze	7 Klötze
F in N							

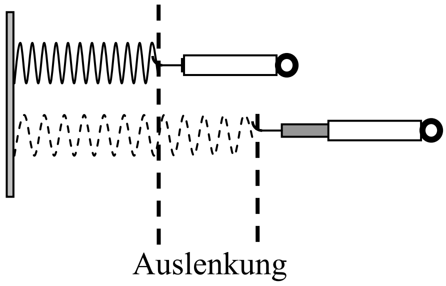
Experiment 3: Reibungsarten
Miss Haftreibung, Gleitreibung und Rollreibung des unbeschichteten Holzklötzchens.

Reibungsart	Haftreibung	Gleitreibung	Rollreibung
F in N			

Bearbeite schriftlich die folgenden Aufgaben.
1) Erläutere, wie Reibungskräfte entstehen.
2) Begründe deine Materialwahl für die Karosserie des Autos.
3) Begründe deine Materialwahl für die Achsen des Autos.
4) Begründe deine Materialwahl für das Reifenprofil für den Fall, dass die Räder beim Anfahren durchdrehen.

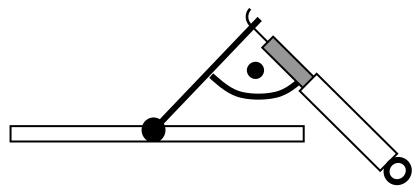
Station 2: Hookesches Gesetz

Material:
- Kraftmesser
- 2 Federn
- Mausefalle (mit Maßstab)
- Maßstab



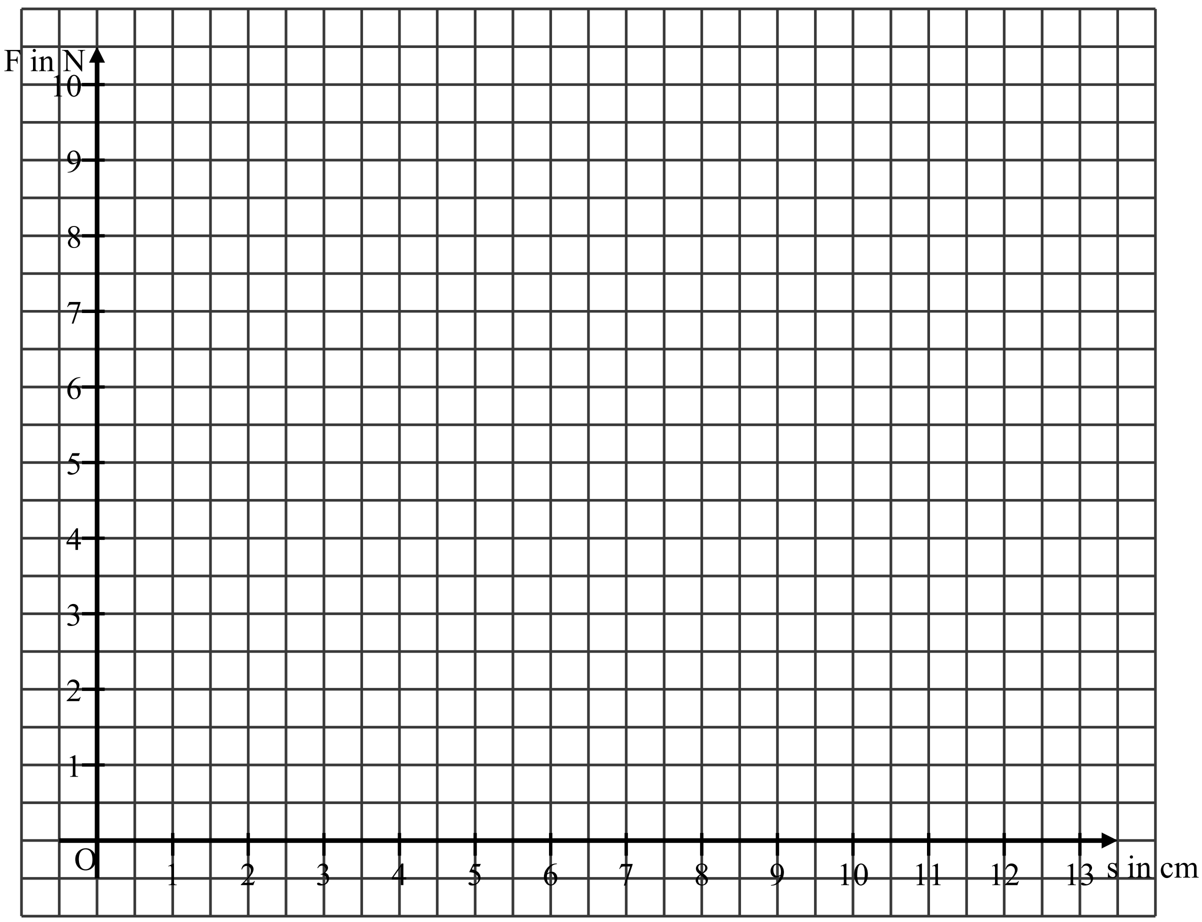
Experiment:
Lege die Federn auf den Tisch und miss für verschiedene Auslenkungen *s* die Kraft *F*, die für die Auslenkung benötigt wird.

Beachte bei der Mausefalle:
Der Kraftmesser muss bei jeder Messung senkrecht zum Spannbügel der Mausefalle gehalten werden.



s in cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Feder 1: *F* in N														
Feder 2: *F* in N														
Mausefalle: *F* in N														

Trage die Messwerte mit unterschiedlichen Farben in das folgende Koordinatensystem ein.



Bearbeite schriftlich die folgenden Aufgaben.

1) Aus dem Koordinatensystem kannst du bei allen drei Federn erkennen:
Je größer die Auslenkung, desto _______________ ist die benötigte Kraft.
Genauer stellt man fest: Doppelte Auslenkung erfordert ________________ Kraft.
________________ Auslenkung erfordert dreifache Kraft.
Zwischen Auslenkung und benötigter Kraft herrscht eine _________________ Zuordnung.

Den Proportionalitätsfaktor nennt man **Federkonstante**.
In der Physik wird durch die Federkonstante D die Stärke einer Feder angegeben.
Hat eine Feder eine hohe Federkonstante, so benötigt man zum Spannen der Feder eine hohe Kraft.
Je steiler die Ausgleichsgerade, desto_______________ ist die Federkonstante.

Der Physiker Robert Hooke (1635-1703) formulierte das folgende Gesetz:

$$F = D \cdot s$$

2) Was bedeutet es, dass die Ausgleichsgerade zur Messreihe für die Mausefalle nicht durch den Ursprung des Koordinatensystems verläuft?

3)* Erkläre, warum das Auto stehen bleiben könnte, obwohl die Mausefalle noch nicht vollständig zugeschnappt ist.

Station 3: Drehmomente und Hebel

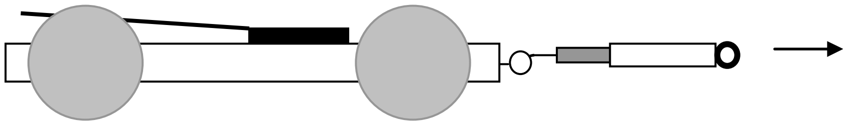
Wie kann Euer Auto weiter fahren?
Diese Station soll dir dabei helfen, dass dein Auto durch ein paar kleinere Umbauten deutlich weiter fährt.
Sie besteht aus den folgenden Experimenten, die du in dieser Reihenfolge bearbeiten sollst.

Überblick

Experiment 1	Wie sieht es mit der Reibung aus?
Experiment 2	Soll das Auto in einem großen oder in einem kleinen Gang fahren?
Experiment 3	Wie lang soll der Hebel sein und wie lang soll das Auto sein?
Experiment 4	Lässt sich die beste Hebellänge ausrechnen? Das Hebelgesetz an der Mausefalle
Experiment 5	Das Hebelgesetz am Hinterrad

Experiment 1: Wie sieht es mit der Reibung aus?

Ziehe dein Auto mit einem Kraftmesser **langsam** und **gleichmäßig** über den Boden.
Falls du noch kein eigenes Auto fertig hast, benutze eines der vorgefertigten und mache die Messung mit deinem eigenen Auto später noch einmal.



1) Lies an deinem Kraftmesser ab, welche Reibungskraft F_{Reibung} auftritt und notiere sie:

$$F_{\text{Reibung}} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \text{ N}$$

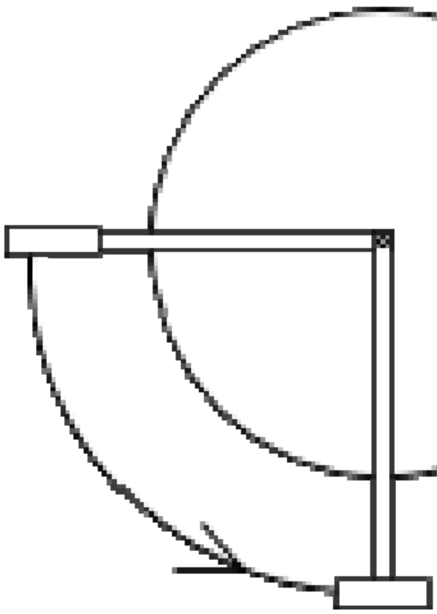
2) Begründe, warum die Kraft, die du auf das Auto ausübst und die der Kraftmesser anzeigt gleich der Reibungskraft ist, die der Boden auf das Auto ausübt:

- Falls F_{Reibung} größer als 0,1 N ist, solltet ihr erst probieren die Reibung zu verringern. Dabei kann dir die Station „Reibung“ helfen.
- Falls die F_{Reibung} kleiner als 0,1 N ist, könnt ihr zu den folgenden Experimenten weitergehen.

<u>Experiment 2:</u> Soll das Auto in einem „großen“ oder in einem „kleinen“ Gang fahren?

Folgende Aufgabe hat viel Ähnlichkeit mit der Mausefallenaufgabe:
Fahre auf deinem Fahrrad nur mit einer Viertelpedal-Umdrehung aus dem Stand eine möglichst weite Strecke.

Dabei darfst du nur dein Körpergewicht einsetzen, also nicht am Lenker ziehen.

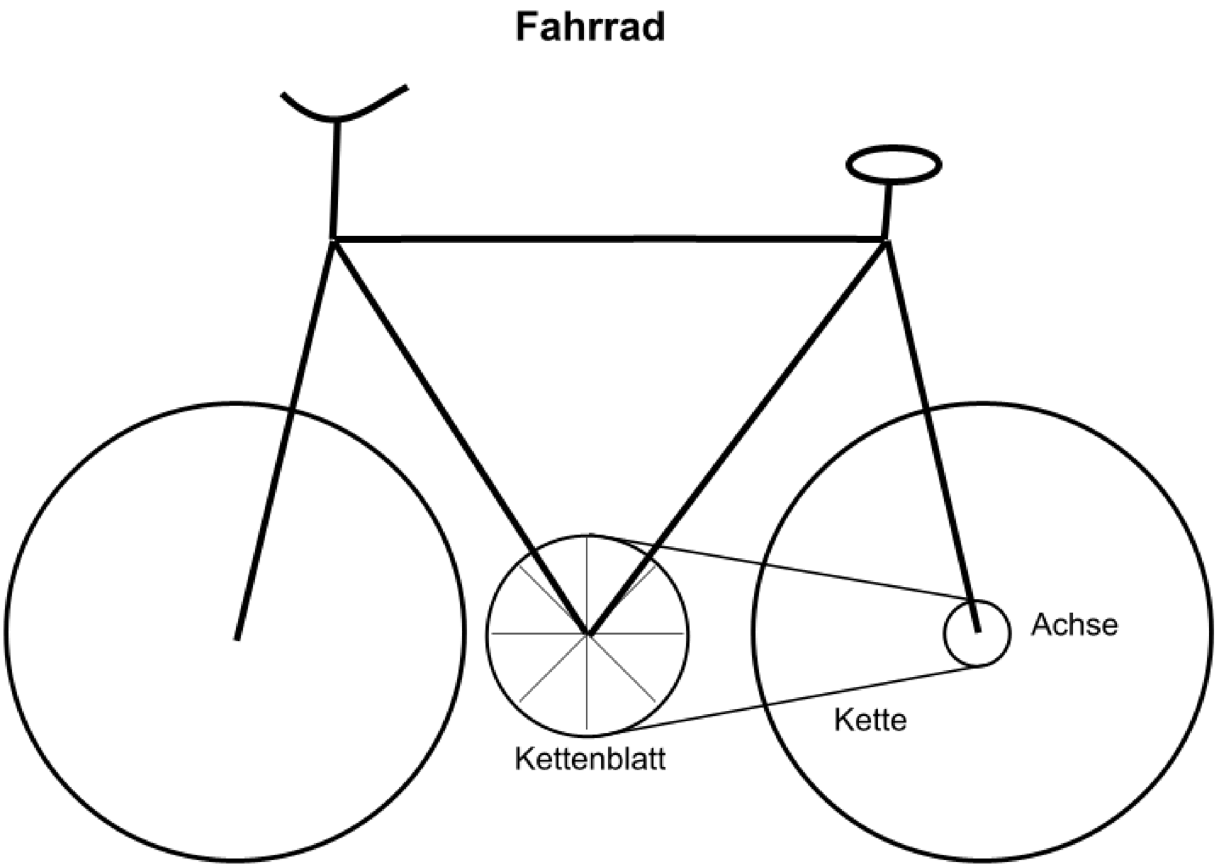


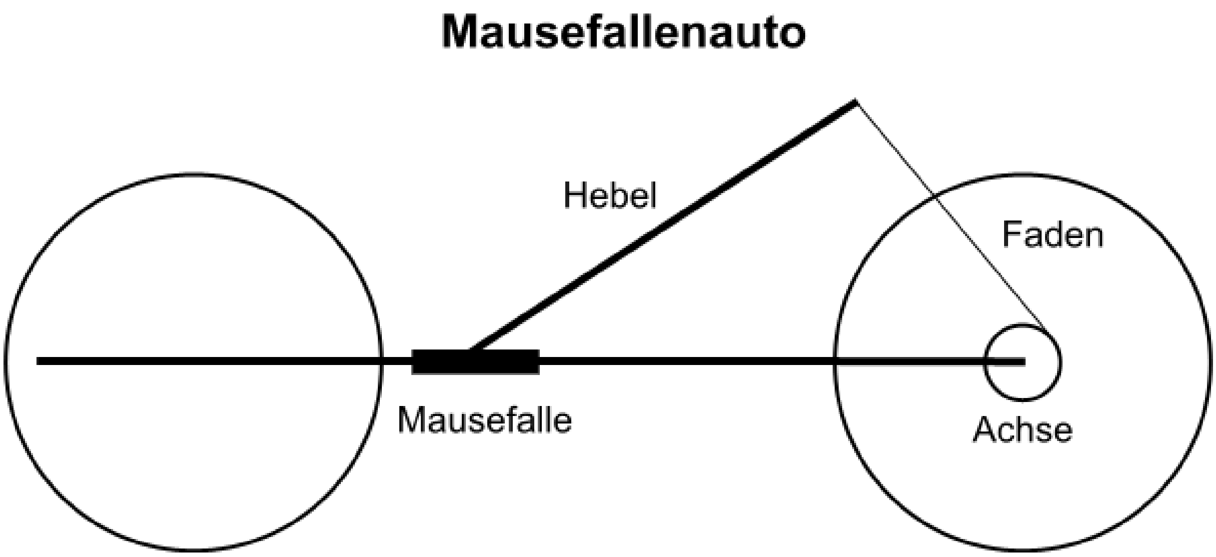
Probiere alle Gänge durch und lege eine Messwerttabelle an:

Gang	Erreichte Fahrstrecke *s* in m

Notiere, welcher Gang am Besten ist:

Was hat das mit dem Mausefallenauto zu tun?



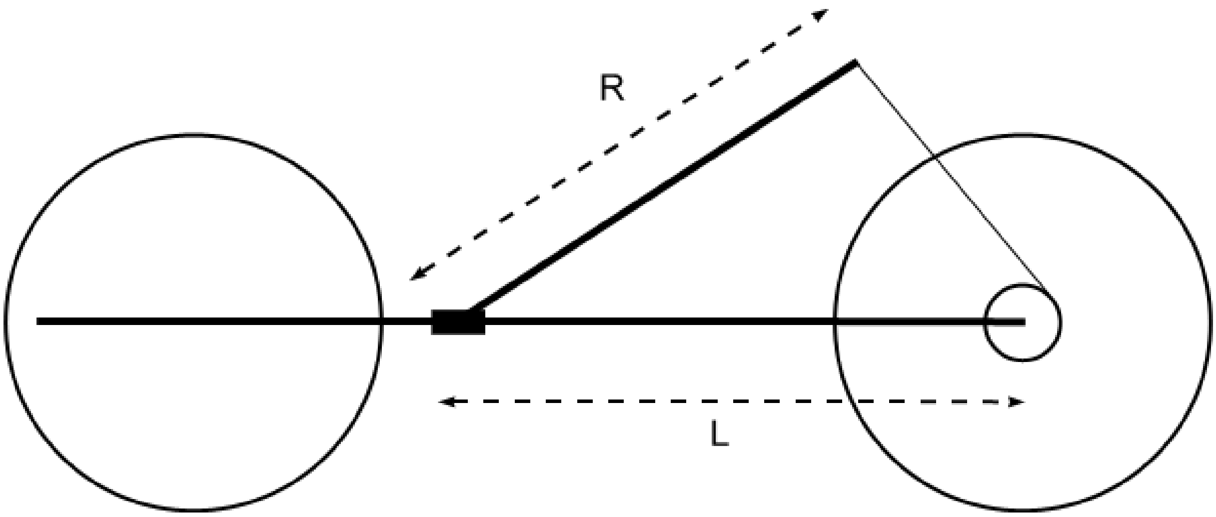


Ordne zu, welches Teil am Fahrrad welchem Teil am Mausefallenauto entspricht. Beschreibe auch die Unterschiede:

Experiment 3: Wie lang soll das Fahrzeug und wie lang soll der Hebel sein?

Die Erkenntnisse aus Experiment 2 sollen nun am Auto angewendet werden.
Bei diesem Experiment sollt ihr mit einem der bereitgestellten Autos experimentieren, weil sich diese leicht umbauen lassen.

Im Experiment 2 habt ihr gemerkt, dass der Gang optimal ist, mit dem sich das Fahrrad gerade noch in Gang setzt. Anders als beim Fahrrad könnt ihr am Auto nicht den Durchmesser der Ritzel (Zahnräder), sondern die Länge des Hebels *R* und den Abstand *L* von der Mausefalle zur Radachse variieren (siehe Zeichnung).



Finde die Hebellänge *R* und den Abstand *L*, so dass das Auto am weitesten fährt.

Hinweis: Du kannst zwei Größen, nämlich *R* und *L* verändern. Überlege dir, in welcher Reihenfolge du die beiden verändern willst.

1) Beschreibe und begründe dein Vorgehen (auf der nächsten Seite)!
2) Notiere die Längen *R* und *L* und die Fahrstrecke *s* in der Tabelle (auf der nächsten Seite)!

Beschreibung und Begründung des Vorgehens:

Messwerte:

L in cm	R in cm	s in m

Ergebnisse:
Maximale erreichte Fahrstrecke s = __________ m

mit Hebellänge R = __________ cm

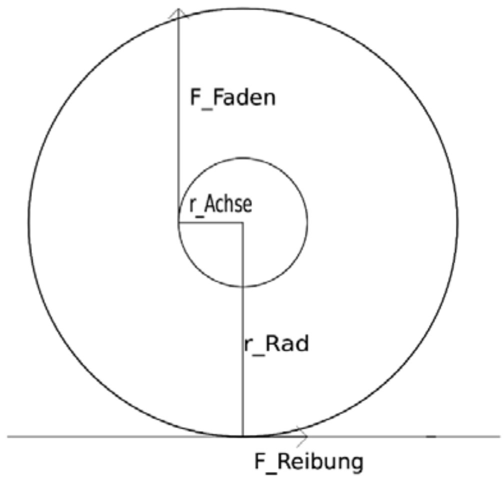
und Fahrzeuglänge L = __________ cm

Wie lässt sich der optimale Hebel ausrechnen?
An eurem Auto könnt ihr nicht 10 verschiedene Hebellängen und Achsabstände ausprobieren. Es wäre gut, wenn man die optimale Hebellänge ausrechnen könnte. Dabei hilft euch das **Hebelgesetz.**

Jetzt kannst du eine gute Hebellänge (und Fahrzeuglänge) für dein Fahrzeug ausrechnen:
Zunächst zwei Informationen**:**

- Der Physiker nennt das Produkt aus Kraft F und Hebelarm r (bzw. h) das **Drehmoment** der Kraft F bezüglich des Drehzentrums.
- Dreht ein Drehmoment in die eine Richtung und ein gleich großes Drehmoment in die andere Richtung, so ändert sich die Drehgeschwindigkeit des Rades nicht.

Damit das Hinterrad sich gerade dreht, muss der Faden ein **mindestens** gleich großes Drehmoment auf die Achse ausüben, wie der Boden durch die Reibungskraft F_{Reibung}.



Ihr habt im ersten Experiment die Kraft F_{Reibung} bestimmt, mit der ihr am Wagen ziehen müsst, damit er sich gleichmäßig bewegt.

F_{Reibung} = ___________ N

Mit dem Wert der Reibungskraft aus Experiment 1 und dem Radius der Achse r_A und des Rads r_R könnt ihr jetzt **ausrechnen**, mit welcher Kraft F_{Faden} der Faden an der Achse ziehen muss.

r_A = ___________ cm

r_R = ___________ cm

Formel: $r_A \cdot F_{\text{Faden}} = r_R \cdot F_{\text{Reibung}}$,

also F_{Faden} = ___________ N

Suche jetzt durch Ausprobieren die Hebellänge, die gerade diese Kraft aufbringt.
Jetzt kannst du dein Auto gegebenenfalls auf die ausgerechnete Länge umbauen.

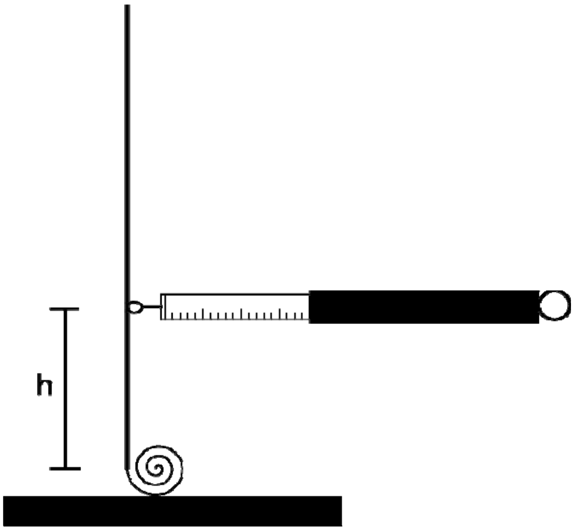
Dein Auto sollte jetzt weiter fahren!

Experiment 4: Das Hebelgesetz an der Mausefalle

Material:
Mausefalle mit Hebel
Kraftmesser
Maßstab

Messungen:
Miss die Kraft *F*, mit der du den Hebel in senkrechter Position in Ruhe halten kannst, wenn der Kraftmesser in der Höhe *h* an dem Hebel angreift (siehe Skizze).
Trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein. Bilde jeweils das Produkt aus Höhe und Kraft.

h in m	F in N	$F \cdot h$ in N m



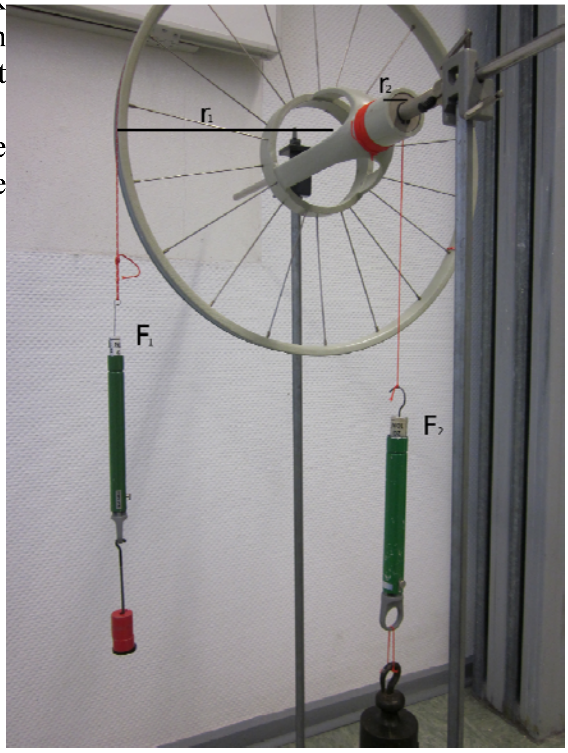
Was fällt dir auf? Formuliere eine Gesetzmäßigkeit:

Experiment 5: Das Hebelgesetz am Hinterrad

Dieselbe Gesetzmäßigkeit tritt auch am angetriebenen Rad der Mausefalle auf. Zunächst soll die Situation am Wellrad untersucht werden.

Material:
aufgebautes Experiment „Wellrad"

Messungen:
Zieh mit der einen Hand am rechten Gewichtsstück und gleichzeitig mit der anderen Hand an den anderen Gewichtsstücken, so dass das Rad im Gleichgewicht bleibt, d.h. sich **nicht** dreht.
Lies die zugehörigen Kräfte F_1 und F_2 ab. Legt eine Messwerttabelle an. Vergleicht die beiden Produkte $F_1 \cdot r_1$ und $F_2 \cdot r_2$.
(r_1=2,5 cm, r_2=25 cm).



F_1 in N	F_2 in N	$F_1 \cdot r_1$ in N m	$F_2 \cdot r_2$ in N m
20	2	0,050	0,05

Was fällt dir auf? Formuliere eine Gesetzmäßigkeit:

Station 4: Geschwindigkeitsmessung

Für die Bearbeitung dieser Station muss dein Mausefallenauto fahrbereit sein!

Dein Mausefallenauto soll möglichst weit fahren. Ein weiteres Kriterium für ein leistungsstarkes Auto ist seine Geschwindigkeit.
Die Geschwindigkeit v eines Körpers ist die von ihm zurückgelegte Wegstrecke s in einer bestimmten Zeit t.
Wenn du dein Auto beim Fahren beobachtest, wirst Du erkennen, dass sich seine Geschwindigkeit während eines Laufs ändert (es wird schneller und langsamer). Da es sehr schwierig ist, die momentanen Geschwindigkeiten während des Laufs festzustellen, wirst du die Durchschnittsgeschwindigkeit messen.
Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist der Mittelwert aus allen Geschwindigkeiten, die auf einer bestimmten Strecke in einer bestimmten Zeit gefahren wurden. Sie wird für die Strecke s und die Zeit t so berechnet:

$$v = \frac{s}{t}$$

Führe dazu folgende Messung durch!

Material:
Klebeband
Stoppuhren (3x)

Messungen:
Starte dein Mausefallenauto von der Startlinie und miss seine ungefähre maximale Reichweite. Markiere die Hälfte dieser Strecke mit einem Stück Klebeband auf dem Boden als Ziellinie (die Strecke sollte aber mindestens 2 m lang sein, sonst wird die Messung zu ungenau).
Arbeitet nun mindestens zu zweit, wenn möglich zu mehreren.
Einer von euch startet das Auto wieder von der Ziellinie, die anderen stoppen jeweils die Zeit mit den Stoppuhren, die das Auto benötigt. Wiederholt die Messung so oft, bis ihr fünf Zeiten gemessen habt (es hängt also von eurer Gruppengröße ab, wie oft ihr das Auto fahren lassen müsst).
Berechne nun die Geschwindigkeiten aus den Zeiten und der bekannten Strecke.
Berechne weiter den Mittelwert $v_{\varnothing}$ der Geschwindigkeiten.
Um ein Maß für die Genauigkeit des Mittelwertes zu haben, kannst du die sogenannte Spannweite v_{Sp} aus dem Maximal- und Minimalwert der Geschwindigkeiten berechnen:

$$v_{Sp} = v_{max} - v_{min}$$

Messung	1	2	3	4	5	$v_{\varnothing}$ / (m/s)	v_{Sp} / (m/s)
s in m							
t in s							
v in m/s							

Station 5: Eine Energiebilanz

Voraussetzung: Bearbeitung von Station 2 (Hookesches Gesetz).

Wie weit kann mein Auto eigentlich theoretisch fahren?
Euer Auto braucht Energie, um gegen die Reibungskraft zu fahren. Diese Energie steckt in der aufgezogenen Feder. In dieser Station sollt ihr herausfinden, wie viel Energie in eurer Feder steckt und wie weit euer Auto damit theoretisch fahren kann.

Theorie:
Beim Spannen der Feder steckt ihr Energie in die Feder hinein. Allgemein gilt (Buch S. 188):

Ist die Kraft in Bewegungsrichtung gerichtet, lässt sich der Betrag der übertragenen Energie bestimmen durch das Produkt aus der Kraft und der zurückgelegten Strecke:

Übertragene Energie = Kraft mal zurückgelegte Strecke,

$$\Delta E = F \cdot \Delta s$$

Die Einheiten von Kraft und Energie sind so gewählt, dass gilt:

$$1\ \mathrm{J} = 1\ \mathrm{N \cdot m}$$

Jetzt sollst du ausrechnen, wie viel Energie du überhaupt zur Verfügung hast:
Mit deinen Messungen aus der Station Hookesches Gesetz kannst du jetzt ausrechnen, wie viel Energie du in die Feder gesteckt hast. Das Verfahren wird dir einmal vorgemacht.

Eine Beispielrechung in der wir Beispielwerte benutzen:

s in cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F in N	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

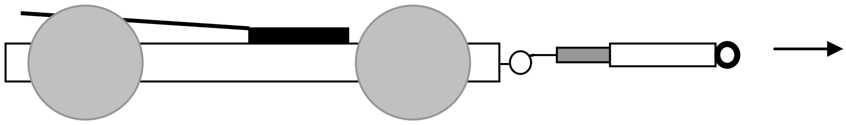
Hier tritt das Problem auf, dass die Kraft sich dauernd ändert. Deshalb wird die gesamte Wegstrecke von 10 cm in 10 Teilstrecken unterteilt, die die Länge Δs = 1cm haben. Auch auf diesen kleinen Stücken ändert sich die Kraft noch, aber nur noch geringfügig. Während des ersten Zentimeters steigt die Kraft von 3 auf 4 Newton an. Wir benutzten als ungefähren Wert der Kraft 3,5 N. Beim Auslenken von 0 auf 1 cm haben wir also eine Energie von 3,5 N·0,01m =0,035 J in die Feder gesteckt. Bei der weiteren Auslenkung von 1 cm auf 2 cm stecken wir dann ungefähr 4,5 N·0,01 m = 0,045 J in die Feder. Für die Gesamtauslenkung von 0 auf 10 cm müssen wir also aufsummieren:
ΔE = 3,5 N·0,01m + 4,5 N·0,01 m +...+12,5 N·0,01 m = 0,80 J

Aufgabe: Rechne aus, wie viel Energie du ungefähr in deine Mausefalle gesteckt hast:

ΔE = ______________ J.

Jetzt zurück zur **Praxis:**
Dein Auto benötigt Energie, die durch Reibung in Wärmeenergie umgewandelt wird.

Experiment:
Ziehe dein Auto mit einem Kraftmesser **langsam** und **gleichmäßig** über den Boden.
Falls du noch kein eigenes Auto fertig hast, benutze eines der vorgefertigten und mache die Messung mit deinem eigenen Auto später noch einmal.



Lies an deinem Kraftmesser ab, welche Reibungskraft F_{Reibung} auftritt und notiere sie:

F_{Reibung} = ______________ N.

Falls F_{Reibung} größer als 0,1 N ist, solltest du probieren die Reibung zu verringern. Dabei kann dir die Station „Reibung" helfen.

Jetzt kannst du mit der Formel $\Delta E = F \cdot \Delta s$ ausrechnen, wie viel Energie du für eine bestimmte Strecke benötigst. Fülle die Tabelle aus:

Δs in m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ΔE in J															

Wie weit kann das Auto mit der Energie der Mausefalle fahren?
Die Energie der gespannten Mausefalle verliert dein Auto durch Reibung in den Achslagern und mit dem Boden.
Bestimme, wie weit dein Auto mit dieser Energie kommen kann.

Δs = __________________ m.

*Tatsächlich fährt euer Auto nicht soweit. Die Energie wird also nicht nur dazu benutzt um die Reibung zu überwinden. Überlege, wohin die restliche Energie gesteckt wird. Denke dabei auch an den ursprünglichen Sinn der Mausefalle.

Station 1: Reibung – Musterlösung

Experiment 1: Reibung und Material
Ziehe die unterschiedlich beschichteten Holzklötzchen (beschichtete Seite nach unten) an dem Kraftmesser gleichmäßig über den Tisch (Gleitreibung) und miss die benötigte Kraft.

Material	Holz	Styropor	Kunststoff	Band	Pappe	Gummi	Aluminium
F in N	0,27	0,54	0,25	0,27	0,28	0,65	0,22

Experiment 2: Reibung und Masse
Miss die Gleitreibung des unbeschichteten Holzklötzchens. Stapel nach und nach die 7 Klötzchen übereinander und miss jeweils die Gleitreibung.

Masse	1 Klotz	2 Klötze	3 Klötze	4 Klötze	5 Klötze	6 Klötze	7 Klötze
F in N	0,27	0,54	0,80	1,05	1,3	1,6	1,9

Experiment 3: Reibungsarten
Miss Haftreibung, Gleitreibung und Rollreibung des unbeschichteten Holzklötzchens.

Reibungsart	Haftreibung	Gleitreibung	Rollreibung
F in N	0,46	0,27	0,02

1) Erläutere, wie Reibungskräfte entstehen.
Reibungskräfte entstehen durch Verzahnung des gezogenen Gegenstands mit dem Boden.

2) Begründe deine Materialwahl für die Karosserie des Autos.
Die Karosserie sollte aus einem möglichst leichten Material sein, da mit steigender Masse auch die Reibungskraft steigt. Wir haben uns für leichtes Holz entschieden, da wir das gut verarbeiten können.

3) Begründe deine Materialwahl für die Achsen des Autos.
Die Reibungskräfte an den Achsen kann man verringern, wenn man z.B. Aluminiumröhrchen verwendet. Da wir Holzstäbe besser verarbeiten können, haben wir die Stäbe mit Aluminiumfolie umwickelt.

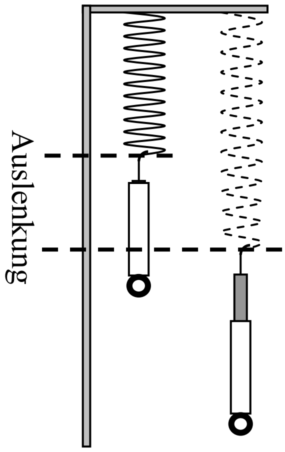
4) Begründe deine Materialwahl für das Reifenprofil für den Fall, dass die Räder beim Anfahren durchdrehen.
Das Durchdrehen der Reifen kann man verhindern, indem man Gummi für das Reifenprofil verwendet. Da wir das Problem mit den durchdrehenden Reifen nicht hatten, haben wir unsere Reifen nicht mehr verändert.

Station 2: Hookesches Gesetz - Musterlösung

Folgendes Problem ist eventuell bei deinem Mausefallenauto aufgetreten:
Das Auto bleibt stehen, obwohl die Mausefalle noch nicht vollständig zugeschnappt ist.

Material:

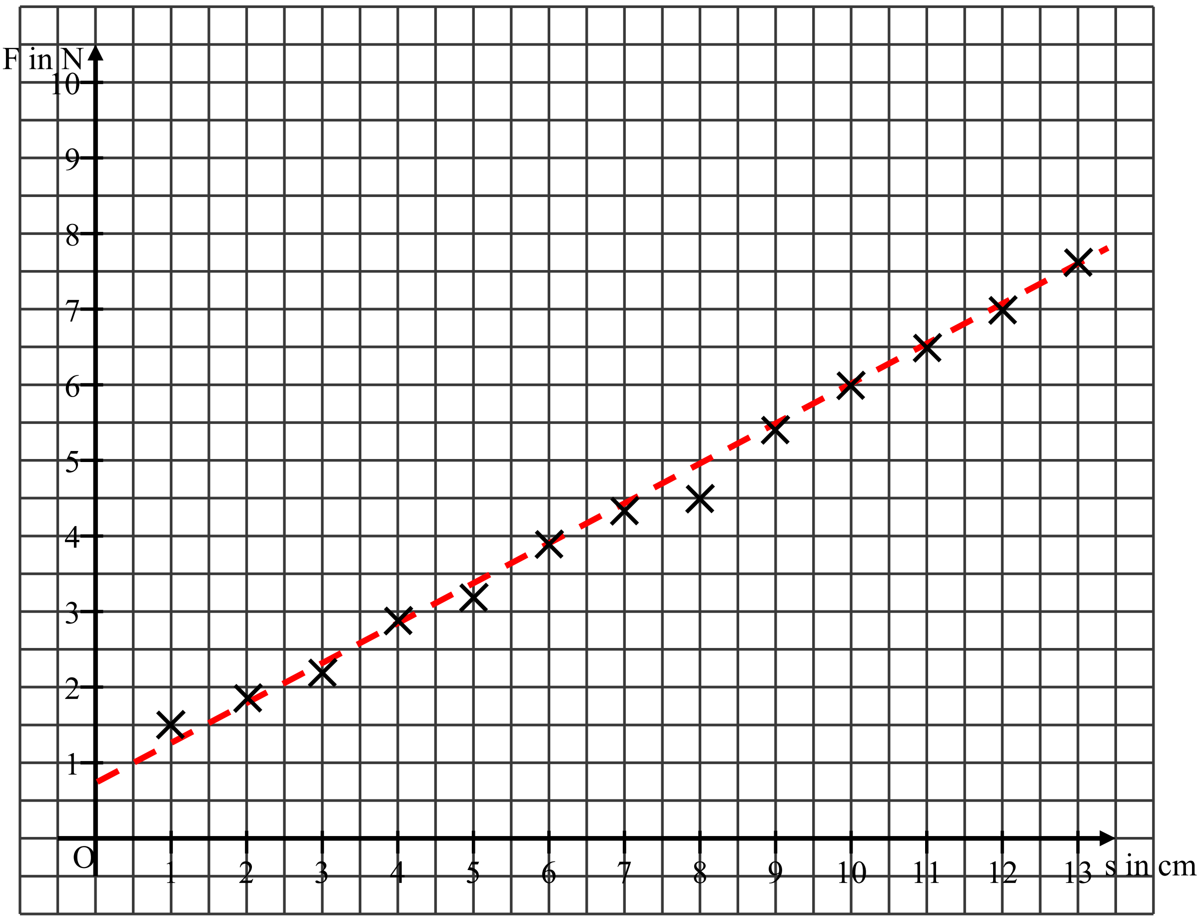
- Kraftmesser
- 2 Federn
- Mausefalle (mit Maßstab)
- Maßstab



Durchführung:
Miss für verschiedene Auslenkungen s die Kraft F, die für die Auslenkung benötigt wird. Beachte bei der Mausefalle: Die Kraft muss senkrecht zum Spannbügel gemessen werden.

Auslenkung s in cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Feder 1: Kraft in N														
Feder 2: Kraft in N														
Mausefalle: Kraft in N	0	1,5	1,9	2,2	2,9	3,2	3,9	4,3	4,5	5,4	6,0	6,5	7,0	7,7

Trage die Messwerte mit unterschiedlichen Farben in das folgende Koordinatensystem ein:



Aus dem Koordinatensystem kannst du bei allen drei Federn erkennen:
Je größer die Auslenkung, desto größer ist die benötigte Kraft.
Genauer stellt man fest: Doppelte Auslenkung erfordert doppelte Kraft.
Dreifache Auslenkung erfordert dreifache Kraft.
Zwischen Auslenkung und benötigter Kraft herrscht eine proportionale Zuordnung.

Den Proportionalitätsfaktor nennt man **Federkonstante**.
In der Physik wird durch die Federkonstante D die Stärke einer Feder angegeben.
Hat eine Feder eine hohe Federkonstante, so benötigt man zum Spannen der Feder eine hohe Kraft.
Je steiler die Ausgleichsgerade, desto größer ist die Federkonstante.

Der Physiker Robert Hooke (1635-1703) formulierte das folgende Gesetz:

$$F = D \cdot s$$

Beantworte folgende Fragen:

1) Was bedeutet es, dass die Ausgleichsgerade zur Messreihe für die Mausefalle nicht durch den Ursprung des Koordinatensystems verläuft?
Die Mausefalle ist vorgespannt; das bedeutet die Position s = 0 cm entspricht nicht der Ruhelage der Feder.

2) Erkläre, warum das Auto stehen bleiben könnte, obwohl die Mausefalle noch nicht vollständig zugeschnappt ist.
Damit sich das Mausefallenauto fortbewegen kann, muss eine gewisse Reibungskraft überwunden werden. Ist die Auslenkung klein, kann unter Umständen die verringerte Kraft der Feder nicht mehr ausreichen, um die Reibungskraft zu überwinden.

Station 3: Hebel - Musterlösung

Zu Experiment 1:
Die Werte liegen je nach Bauweise im Bereich zwischen 1 N bis hin zu 10 mN.

Zu Experiment 2:
Zuordnungen:
Das Kettenblatt entspricht dem Hebel.
Die Kette entspricht dem Faden.
Die Achse entspricht der Achse.
Die Lageenergie des Radfahrers entspricht der Spannenergie der Feder.

Unterschiede:
Die Kette liegt immer tangential am Kettenblatt, der Faden und der Hebel bilden unterschiedliche Winkel.
Die Kraft beim Fahrrad bleibt während des gesamten Vorgangs gleich, nämlich die Gewichtskraft;
die Kraft, die die Feder ausübt nimmt ab.

Zu Experiment 3:
Eine Möglichkeit wäre es, zunächst hinsichtlich einer Größe zu optimieren und die andere konstant zu halten und diesen Vorgang dann mit der anderen Größe zu wiederholen. Dieses Verfahren kann man dann iterieren.
Eine zweite Möglichkeit ist es, zunächst das Verhältnis von Hebellänge und Fahrzeuglänge zu optimieren (beide sollten ungefähr gleich lang sein) und dann beide parallel zu variieren.
Mit unseren nicht allzu kunstvoll gebauten Autos haben wir Weiten von 15 m erreicht.

Zu Experiment 4:
Hier sollte das Hebelgesetz herauskommen: $F \cdot h$ = const. Das Drehmoment liegt je nach Mausefalle in der Größenordnung 16 N·cm.

Zu Experiment 5:
Auch hier wird das Hebelgesetz veranschaulicht: $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$.

Zur Rechnung:
Beispiel:
F_{Reibung} = 30 mN
r_{A} = 0,5 cm,
r_{R} = 6 cm (Radius einer CD).
F_{Faden} =0,36 N

Bei einer Mausefalle mit einem Drehmoment von 16 N·cm bei einer Auslenkung von $\pi/2$ ergibt sich eine Hebellänge von ungefähr 45 cm.

Station 4: Geschwindigkeitsmessung - Musterlösung

Für die Bearbeitung dieser Station muss dein Mausefallenauto fahrbereit sein!

Dein Mausefallenauto soll möglichst weit fahren. Ein weiteres Kriterium für ein leistungsstarkes Auto ist seine Geschwindigkeit.
Die Geschwindigkeit v eines Körpers ist die von ihm zurückgelegte Wegstrecke s in einer bestimmten Zeit t.
Wenn du dein Auto beim Fahren beobachtest, wirst Du erkennen, dass sich seine Geschwindigkeit während eines Laufs ändert (es wird schneller und langsamer). Da es sehr schwierig ist, die momentanen Geschwindigkeiten während des Laufs festzustellen, wirst du die Durchschnittsgeschwindigkeit messen.
Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist der Mittelwert aus allen Geschwindigkeiten, die auf einer bestimmten Strecke in einer bestimmten Zeit gefahren wurden. Sie wird für die Strecke s und die gemessene Zeit t so berechnet:

$$v = \frac{s}{t}$$

Führe dazu folgende Messung durch!

Material:
Klebeband
Stoppuhren (3x)

Messungen:
Starte dein Mausefallenauto von der Startlinie und miss seine ungefähre maximale Reichweite. Markiere die Hälfte dieser Strecke mit einem Stück Klebeband auf dem Boden als Ziellinie (die Strecke sollte aber mindestens 2 m lang sein, sonst wird die Messung zu ungenau).
Arbeitet nun mindestens zu zweit, wenn möglich zu mehreren.
Einer von euch startet das Auto wieder von der Ziellinie, die anderen stoppen jeweils die Zeit mit den Stoppuhren, die das Auto benötigt. Wiederholt die Messung so oft, bis ihr fünf Zeiten gemessen habt (es hängt also von eurer Gruppengröße ab, wie oft ihr das Auto fahren lassen müsst).
Berechne nun die Geschwindigkeiten aus den Zeiten und der bekannten Strecke.
Berechne weiter den Mittelwert $v_{\varnothing}$ der Geschwindigkeiten.
Um ein Maß für die Genauigkeit des Mittelwertes zu haben, kannst du die sogenannte Spannweite v_{Sp} aus dem Maximal- und Minimalwert der Geschwindigkeiten berechnen:

$$v_{Sp} = v_{max} - v_{min}$$

Messung	1	2	3	4	5	$v_{\varnothing}$ / (m/s)	v_{Sp} / (m/s)
s in m	8,64						
t in s	5,0	4,5	5,0	5,5	5,0		
v in m/s	1,7	1,9	1,7	1,6	1,7	1,7	0,3

Station 5: Eine Energiebilanz - Musterlösung

Hier können nur Beispiellösungen angegeben werden, da die Lösungen natürlich von den erhobenen Messwerten abhängen.

Spannenergie der Mausefalle aus der Beispielrechnung: $\Delta E = 0{,}8J$

Die Reibungskräfte bei den Mausefallenautos liegen je nach Bauweise im Bereich zwischen 1 N bis hin zu 10 mN.

Wert für die Beispielrechnung: $F_{\text{Reibung}} = 0{,}07$ N

Jetzt kannst du mit der Formel $\Delta E = F \cdot \Delta s$ ausrechnen, wie viel Energie du für eine bestimmte Strecke benötigst. Fülle die Tabelle aus:

Δs in m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ΔE in J	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,7	0,77	0,84	0,91	0,98	1,05

Nun ergibt sich eine maximale Weite von $\Delta s = \Delta E/F$ =0,8 Nm/0,07 N = 11,43 m.