MECHANIK 1 / Kräfte und ihre Wirkungen / die Newton´schen Grundgesetze

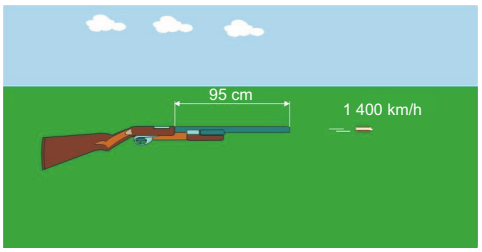
1. Auf einen Eisenbahnwaggon mit einer Gesamtmasse von 25 t wirkt eine Zugkraft von 4 000 N.

Wie groß ist die Beschleunigung des Waggons?
Wie schnell ist er nach 500 m Fahrstrecke?
Wie lange braucht er dafür?

($a = 0{,}16\ m/s^2$; $v_{500m} = 45{,}5\ km/h$; $t_{500m} = 79\ s$)

2. Formel 1 - Autos bremsen innerhalb von 2 Sekunden von 300 auf 100 km/h ab.
Wie groß ist die Verzögerung? Welcher Weg wird dabei zurückgelegt? Wie groß ist die dabei auf den Piloten (m = 70 kg) wirkende Kraft? Wir gehen von einer konstanten Verzögerung aus.

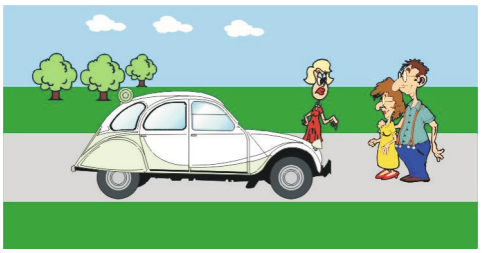
($a = 27{,}8\ m/s^2$; $s = 111\ m$; $F = 1\,944\ N$)



3. Eine Gewehrkugel (m = 12 g) verlässt den 95 cm langen Lauf mit 1400 km/h.

Wie groß ist die Beschleunigung der Kugel? Wie groß ist die auf die Kugel wirkende Beschleunigungskraft und wie groß ist die Kraft, die die Kugel auf das Gewehr ausübt? Wie stark wird das Gewehr (m = 3 kg) durch den Rückstoß beschleunigt?

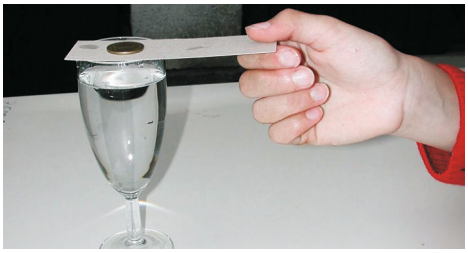
($a_{Kugel} = 79\,597\ m/s^2$; $F = 955\ N$; $a_{Gewehr} = 318\ m/s^2$)



4. Bei einer Messung erreicht ein PKW aus dem Stand in 3,2 Sekunden eine Geschwindigkeit von 50 km/h. Nun steigen noch zwei weitere Personen ein (zusammen: m = 180 kg).

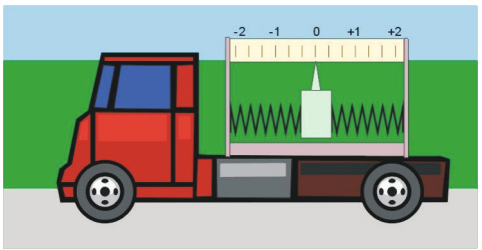
Wie lange dauert es jetzt, um bei gleicher Beschleunigungskraft wieder 50 km/h zu erreichen? Masse des Autos = 1050 kg, Masse des Fahrers = 70 kg.

($t = 3{,}71\ s$)



5. Versuche den Karton so rasch wegzuziehen, dass die Münze ins Glas fällt.

Wie funktioniert das?

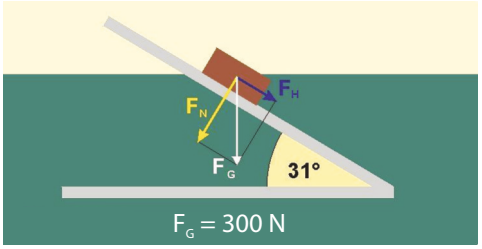


6. Um Beschleunigungen zu messen, nutzt man die Massenträgheit. Das Bild zeigt schematisch einen einfachen mechanischen Beschleunigungsmesser. Wohin bewegt sich der Zeiger, wenn der LKW

a) beschleunigt? b) abbremst? c) mit konstanter Geschwindigkeit fährt? d) rückwärts beschleunigt?
e) die Rückwärtsfahrt stoppt?

7. Auch eine nur teilweise mit Wasser gefüllte Glasflasche kann als Beschleunigungsmesser verwendet werden. Wie ist die Wasseroberfläche, wenn der Zug, in dem sich die Flasche befindet, nach links beschleunigt? Wie, wenn der Zug bremst und wie, wenn er mit gleichbleibender Geschwindigkeit geradeaus fährt? Woran kann man die Stärke der Beschleunigung bzw. Verzögerung erkennen?

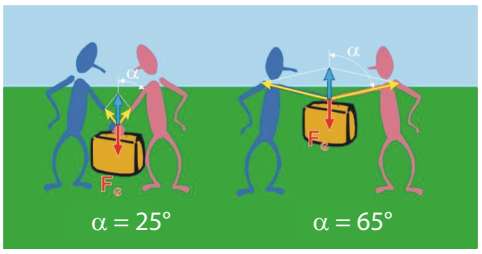
© bp



1. Ermitteln die Normal- und die Hangabtriebskraft.

Du kannst dies grafisch durch eine maßstabsgetreue Zeichnung machen, oder rechnerisch durch die Anwendung von Winkelfunktionen.

($F_N = 257$ N; $F_H = 155$ N)

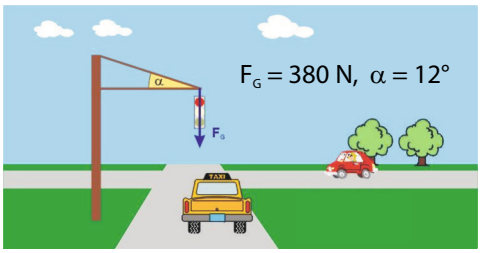


2. Das Gewicht des Koffers beträgt 200 N. Ermittle die Größe der Armkräfte.

Du kannst dies grafisch durch eine maßstabsgetreue Zeichnung machen, oder rechnerisch durch die Anwendung von Winkelfunktionen.

$\alpha_1 = 25°$, $\alpha_2 = 65°$

($F_{25°} = 166$ N; $F_{65°} = 355$ N)

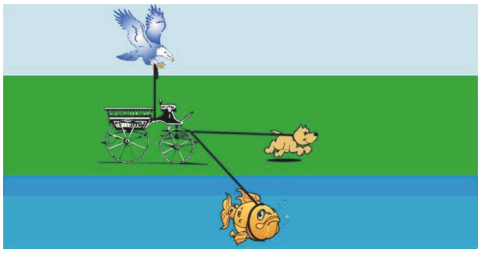


3. Ermittle die Kräfte in den Haltestangen.

Du kannst dies grafisch durch eine maßstabsgetreue Zeichnung machen, oder rechnerisch durch die Anwendung von Winkelfunktionen.

$F_G = 380$ N, $\alpha = 12°$

($F_{Zug} = 1\,828$ N; $F_{Druck} = 1\,787$ N)



4. Ein Fisch, ein Hund und ein Adler wollen gemeinsam einen Wagen ziehen. Sie sind sich aber über die Richtung nicht einig. jeder zieht in eine andere Richtung: Der Fisch zieht ins Wasser, der Hund am Ufer entlang und der Adler nach oben. Dadurch heben sich die Kräfte auf und der Wagen rührt sich nicht von der Stelle.

Stimmt das tatsächlich? Wir gehen davon aus, dass die Tiere kräftig genug sind, um den Wagen zu ziehen. Falls nicht, in welche Richtung wird er sich bewegen? Begründe!

5. Mit einer wie großen Kraft muss man anziehen, damit das Seil zu 100% gespannt ist, also eine exakte Gerade ergibt und nicht durchhängt? Begründe!

Lässt sich das Seil im Weltraum völlig spannen?

© bp

1. Berechne das Gewicht einer 70 kg - Person auf der Erde. Warum ist das Gewicht der Person nicht überall auf der Erde gleich groß? Wie groß sind die Unterschiede? Wie groß sind Gewicht und Masse dieser Person auf dem Mond, auf dem Mars und im freien Weltraum?
Hinweis: Werte für g siehe Buch S. 28!

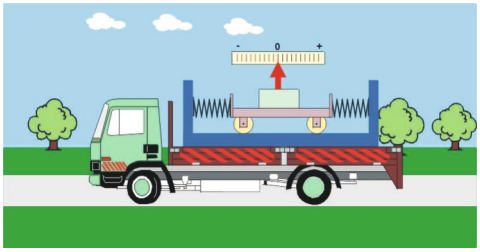
(F_{Pol} = 688,1 N; $F_{Äqu}$ = 684,6 N; F_{Mond} = 113,4 N; F_{Mars} = 261,1 N; F_{Weltr} = 0 N)

2. Dimensioniere die Feder in einem Druck-Kugelschreiber. Zum Hineindrücken soll eine Kraft von 0,34 N notwendig sein. Der Federweg soll dabei 7 mm betragen.
Wie groß muss die Federkonstante der Feder sein?

(k = 48,6 N/m)

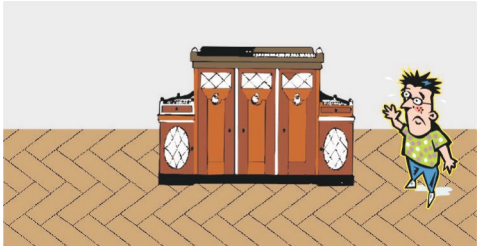
3. Die Federung eines PKW ist zu dimensionieren. Die Vorgaben lauten: Wenn sich vier Personen mit jeweils 70 kg Masse in das Auto setzen, soll die Bodenfreiheit um 7 cm kleiner werden (Federweg = 7 cm). Wie groß muss die Federkonstante der Federn sein?
Hinweis: Es liegen vier Federn (an den vier Rädern) parallel.

(k = 9 810 N/m)



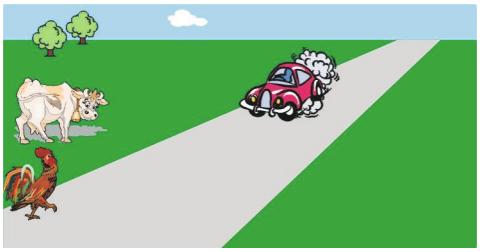
4. Beschleunigungen können über Trägheitskräfte gemessen werden. Wie weit (in cm) schlägt der Zeiger dieses Beschleunigungsmessers aus, wenn das Fahrzeug in dem er sich befindet, mit 4 m/s² beschleunigt?
Bewegliche Masse m = 0,3 kg, Federkonstante jeder der beiden Federn: 5 N/m

(Auslenkung = 12 cm)



5. Ein Kleiderschrank muss über einen Holzboden geschoben werden. Mit Schubladen und Kleidungsstücken hat er eine Masse von 180 kg. Wie groß ist die Kraft, mit der man schieben muss? Wie groß ist die Kraft, um den Kasten in Bewegung zu setzen? Kann es eine Person alleine schaffen?
Haftreibungszahl für Holz/Holz = 0,65
Gleitreibungszahl für Holz/Holz = 0,35

(F_{Haft} = 1 148 N; F_{Gleit} = 618 N)

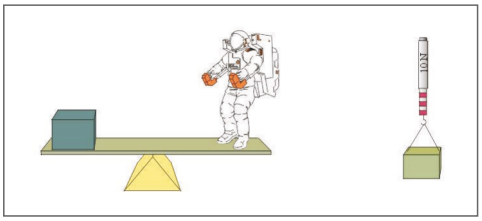


6. Unter sehr guten Bedingungen kann die Haftreibungszahl zwischen Reifen und Straße 0,9 betragen. Wie stark kann ein Auto dabei verzögern und wie lang ist der Bremsweg, um von 100 km/h bis zum Stillstand zu bremsen? Auf nasser Fahrbahn (ohne Aquaplaning) sinkt die Haftreibungszahl auf 0,4. Welche Verzögerung ist nun möglich und wie lang ist nun der Bremsweg?

(trocken: a = 8,8 m/s²; s = 43,7 m; nass: a = 3,9 m/s²; s = 98,3 m)

7. Seilklettern: Mit welcher Kraft muss ein Schüler (m = 50 kg) das Seil mit den Händen festhalten, um ohne Unterstützung durch die Beine nicht abzurutschen?
Haftreibung zwischen Seil und Haut = 0,7.
Beachte dass er das Seil mit zwei Händen hält.

(Kraft pro Hand = 350 N)



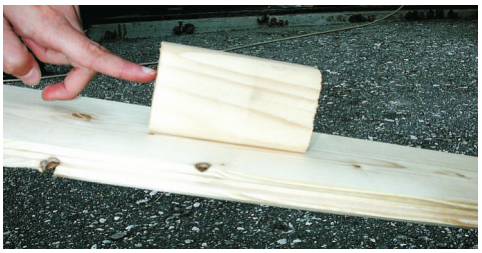
8. In welchem der beiden Fälle erhält man auf der Erde und auf dem Mond das gleiche Ergebnis?

Was bestimmt man deshalb genaugenommen mit der einen und was mit der anderen Methode?

9. Manche Autofahrerinnen und Autofahrer legen im Winter beim Befahren von Bergstrecken auf schneebedeckter Fahrbahn einen Sandsack in den Kofferraum. Sie tun dies aber nicht, um den Sand auf die Straße zu streuen. Das ist allerdings nicht bei allen Fahrzeugen sinnvoll. Bei welchen PKW kann das einen Vorteil bringen?

10. Ein Zug befährt eine Bergstrecke. Als die Steigung immer größer wird, beginnen die Räder durchzudrehen. Um zu verhindern, dass der Zug zurück rutscht, gibt der Zugführer die volle Motorkraft auf die Räder. Dennoch beginnt der Zug zu rutschen. Warum rutscht der Zug nach hinten? Was passiert, wenn der Zugführer den Antrieb abschaltet und die Bremsen aktiviert? Bleibt der Zug dann stehen? Begründe!

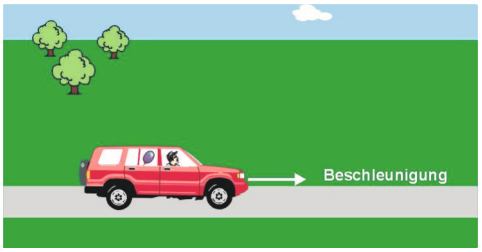
11. Erhöhe die Neigung des Stabes so lange , bis der Körper auf dem Ring gerade noch nicht wegrutscht. Drehe nun den Stab bei gleichbleibender Schräglage leicht um seine Längsachse. Der Körper gleitet schneller werdend nach unten. Warum ist das so? Das Experiment kann auch mit einem großen Schlüssel und einem langen Bleistift durchgeführt werden.



12. Erhöhe die Neigung des Brettes solange, bis der Körper gerade noch nicht beginnt nach unten zu rutschen. Stoße nun den Körper leicht an. Er gleitet nach unten und wird dabei noch deutlich beschleunigt. Finde eine Erklärung dafür!

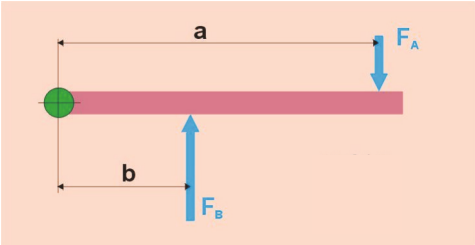
13. Die Größe der Reibungskraft ist von der Größe der Berührungsfläche unabhängig.

Warum bietet dann der Vierradantrieb beim Befahren großer Steigungen Vorteile?



14. Ein mit Helium gefüllter Ballon verhält sich in einem beschleunigenden bzw. bremsenden Fahrzeug genau umgekehrt wie alle übrigen Gegenstände. Beim Beschleunigen bewegt er sich nach vorne und beim Bremsen nach hinten.

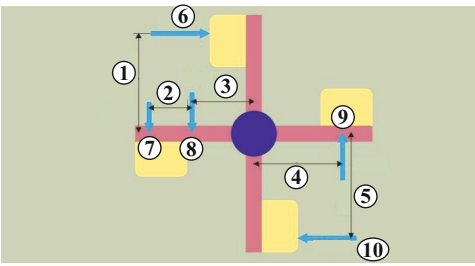
Finde eine Erklärung dafür!



1. Berechne das resultierende Drehmoment. In welche Richtung wird sich die Stange drehen?

a = 2,1 m b = 0,8 m F_A = 21 N F_B = 48 N

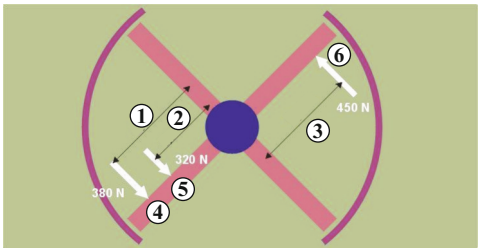
(M = -5,7 Nm)



2. Kräftemessen am Kinderkarussell. Die Kinder drücken mit verschiedenen Kräften. In welche Richtung wird sich das Karussell in Bewegung setzen? Berechne das resultierende Drehmoment.

① 1,2 m	④ 1,1 m	⑦ 130 N	⑩ 210 N
② 0,6 m	⑤ 1,2 m	⑧ 150 N	
③ 0,6 m	⑥ 200 N	⑨ 180 N	

(M = -48 Nm)



3. Defekt in der automatischen Drehtüre eines Einkaufszentrums. Der Motor blockiert die Türe mit 2200 Nm. Drei Kunden sind eingeschlossen. Schaffen es die Kunden mit vereinten Kräften (vereinten Drehmomenten), die Türe weiterzudrehen?

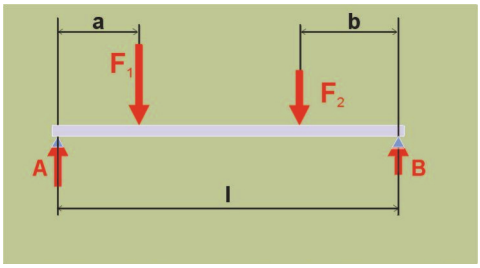
① 2,3 m	④ 380 N
② 1,7 m	⑤ 320 N
③ 2,1 m	⑥ 450 N

(M = 2 363 Nm)

4. Die Radmuttern eines PKW sind mit 65 Nm anzuziehen. Der Schraubenschlüssel ist 40 cm lang, die Kraft greift 35 cm vom Drehpunkt entfernt an.

Mit einer wie großen Kraft muss man drehen, um ein Drehmoment von 65 Nm zu erzeugen?

(F = 186 N)

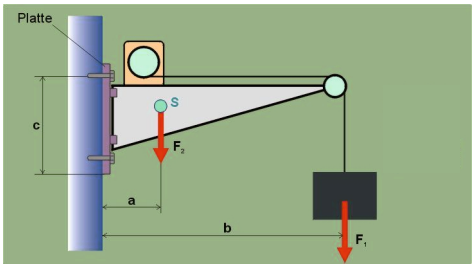


5. Berechne die Kräfte in den Unterstützungspunkten A und B.

F_1 = 35 N a = 0,8 m l = 4,5 m

F_2 = 21 N b = 1,5 m

(F_A = 35,8 N; F_B = 20,2 N)



6. Vier Schrauben pressen die Platte eines drehbaren Auslegerkrans an die Wand. Das Eigengewicht des Auslegers und die zu hebende Last verursachen ein Drehmoment, das die Schrauben aus der Wand zu ziehen versucht. Berechne die daraus resultierende Axialkraft auf die beiden oberen Schrauben. Der Beitrag der beiden unteren Schrauben zum Ausgleich des Drehmoments kann vernachlässigt werden.

F_1 = 1000 N a = 0,7 m c = 1,5 m

F_2 = 1200 N b = 2,1 m

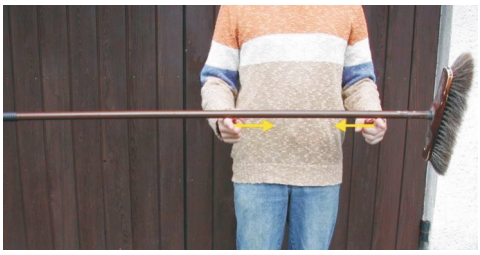
(F = 980 N pro Schraube)

7. Um eine Drehwirkung zu erzielen, braucht man immer ein Drehmoment und somit eine Kraft und einen Abstand zur Drehachse. Wo ist hier die Kraft und wo der Abstand zur Drehachse? Wie könnte man die Drehwirkung erhöhen, wenn es so nicht gelingt, eine stark angezogene Schraube zu lösen?

© bp

8. Trotz größter Anstrengung gelingt es dir nicht, den Schraubverschluss zu öffnen.

Was kannst du tun, um den Verschluss doch noch auf zu bekommen?



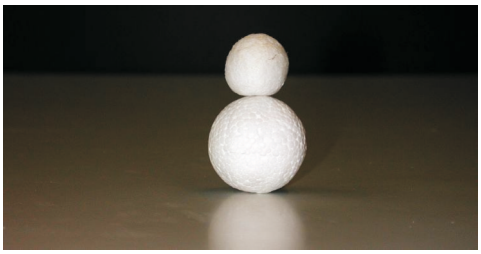
9. Nimm einen Besen und lege ihn wie abgebildet auf zwei Finger (jeweils einen Finger unter ein Ende des Stieles). Bewege nun die Hände langsam zusammen. Der Besen bleibt immer im Gleichgewicht.

Beobachte genau was passiert und finde eine Erklärung dafür.

10. Auf einem Bein zu stehen ist schwierig. Die Standfestigkeit verringert sich nicht auf die Hälfte, sondern sie sinkt deutlich stärker.

Finde eine Erklärung dafür.

11. Warum fällt die Schachtel nicht vom Tisch?



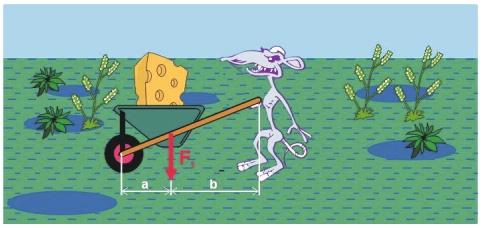
12. Eine kleine Styroporkugel wird auf eine deutlich größere Styroporkugel geklebt. Wenn man es schafft, dieses „Männchen" ins Gleichgewicht zu bringen, so ist dies ein labiles Gleichgewicht. Beim geringsten Stoß fällt es um. Versuche, diese Figur zu einem echten „Stehaufmännchen" umzubauen (der Kopf soll aber am Körper bleiben). Wann hat es „Stehauf-Eigenschaften"?

13.Lege ein Buch auf den Tisch. Versuchen es so weit wie möglich über den Tisch hinausragen zu lassen, ohne dass es hinunterfällt.

Ein wie großer Teil des Buches kann maximal über den Tisch hinausragen? Finde eine Erklärung dafür!

14. Der Kran hat vorne und hinten jeweils zwei seitliche Stützen, die bei Bedarf hydraulisch ausgefahren werden können.

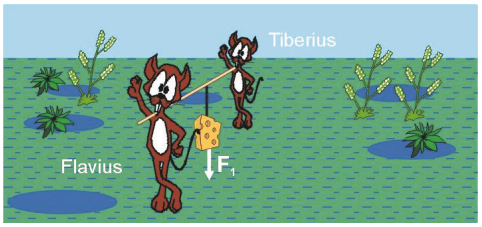
Welchen Zweck erfüllen sie? Finde eine Erklärung dafür!



15. Silvius Ratto kommt von einer erfolgreichen Diebestour zurück und fährt mit seinem Wochenvorrat Käse nach Hause. Dabei muss er allerdings durch sumpfiges Gelände. Aus leidvoller Erfahrung weiß er, wenn er mit seiner kostbaren Fracht nicht versinken möchte, darf auf das Rad der Schiebetruhe höchstens eine Kraft von 2 N und auf einen seiner Füße (dank ihrer großen Fläche) höchstens die Kraft von 4 N wirken. Um einen Schritt machen zu können, wirkt zeitweise die gesamte Kraft auf nur einen Fuß.

Sein Gefühl sagt Silvius, dass es sehr knapp werden wird. Kann er sich in den Sumpf wagen? Der Käse mit der Schiebetruhe haben eine Masse von 300 g, Silivius Rattos Masse beträgt 200 g. a = 3 cm, b = 7 cm

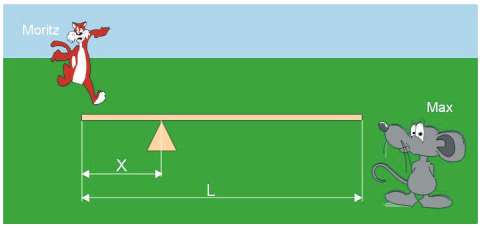
(F_{Rad} = 2,06 N; $F_{Fuß}$ = 2,84 N)



16. Nachdem Silvius Ratto es nicht geschafft hat, seinen Käse heil durch den Sumpf zu transportieren, versuchen es seine beiden Neffen Flavius und Tiberius auf andere Weise. Sie wollen den Käse auf eine Stange hängen und ihn gemeinsam durch den Sumpf tragen. Zwar sind sie zusammen schwerer als Silvius, aber sie sparen sich das Gewicht der Schiebetruhe. So hoffen sie durchzukommen. Werden sie es schaffen?

Flavius, der Stärkere, hat eine Masse von 170 g, Tiberius von 140 g, Stange und Käse haben zusammen 120 g. Da ihre Füße leider noch eine kleinere Bodenfläche haben als die von Silvius, darf bei ihnen auf 1 Fuß maximal eine Kraft von 2,5 N wirken. Da Tiberius nicht so viel tragen kann, muss der Käse mehr auf der Seite von Flavius an der Stange angebracht sein. Die Stange ist 30 cm lang, der Käse ist 12 cm von Flavius entfernt aufgehängt.

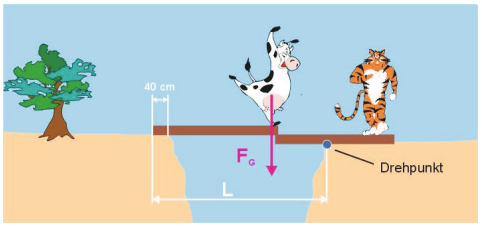
($F_{Tiberius}$ = 1,84 N; $F_{Flavius}$ = 2,37 N)



17. Max, die Maus und Moritz, der Kater, sind die besten Freunde. Moritz hat eine Schaukel gebaut. Nur weiß er nicht, wo er den Balken nun auf die Stütze geben soll, damit er mit Max tatsächlich schaukeln kann. Hilf Moritz und berechne die unbekannte Länge x. Vergiss dabei nicht auf das Eigengewicht des Balkens.

Moritz hat eine Masse von 2,5 kg, Max von 0,4 kg und der Balken von 0,6 kg. Der Balken ist 3 m lang.

(x = 0,62 m)



18. Tiger-Kurti verspricht Friederike, der Kuh, hoch und heilig, ihr nichts zu tun, wenn sie ihm hilft, die Schlucht zu überqueren. Auf beiden Seiten der 5 m breiten Schlucht liegt jeweils ein 4 m langes Holzstück. Das kommt Friederike recht gelegen, denn sie hat sich verlaufen und möchte wieder auf ihre Farm zurück, die aber auf Kurtis Seite der Schlucht liegt. Doch die Schlucht ist tief und unten fließt ein reißender Fluss. Friederike möchte sicher sein, dass es überhaupt möglich ist, mit den beiden Holzstücken die Schlucht zu überqueren. Hilf ihr bei der Entscheidung und überprüfe durch eine Rechnung, ob die Überquerung der Schlucht möglich ist. Wie kann Friederike sicher stellen, dass Kurti sie nicht doch frisst, nachdem er die Schlucht überquert hat?

Kurti hat 300 kg Masse, Friederike 200 kg. Die Masse der Holzstücke kann vernachlässigt werden. Mindestauflage des linken Holzstücks am Schluchtrand: 40 cm. Die Überlappung der Bretter kann vernachlässigt werden. Der jeweils haltende Lemurianer stellt sich ganz rechts außen auf des Brett. Berechne die kritische Situation, wenn sich Kurti an der Überlappungsstelle der beiden Holzstücke befindet. Dann wirkt die größte Kraft auf das von Friederike gehaltene Holzstück.)

(Kurti hält: $M_{Friederike}$ = 2 747 Nm; M_{Kurti} = -7 652 Nm Friederike hält: $M_{Friederike}$ = -5 101 Nm; M_{Kurti} = 4 120 Nm)

Diese Aufgabensammlung ist eine Ergänzung zum Schulbuch Faszination Physik 5/6. Die Aufgaben dürfen in Verbindung mit Faszination Physik auch in Klassenstärke vervielfältigt und auch verändert werden.

https://www.faszination-physik.at

Parts of the images used herein were obtained from Corel Corporation