

Vorkenntnisse im Fach Physik

Wir stellen Ihnen die physikalischen Begriffe und Formeln vor, die wir im Studienkolleg voraussetzen. Sie bilden die Grundlage des Aufnahmetests. Im Aufnahmetest liegt der Schwerpunkt im physikalischen Verständnis, es werden weniger Rechnungen verlangt als in diesem Dokument. Sie können mit gutem Gefühl in den Test gehen, wenn Sie mit die hier vorliegenden Aufgaben gemeistert haben.

Teil A Übersicht über die Themen

Teil B Erklärungen und Aufgaben

Teil A

I. Mechanik

1. Länge (Definition, Einheiten, Längenmessung)
2. Zeit (Definition, Einheiten, Zeitmessung)
3. Geschwindigkeit, Galilei-Transformation
4. Weg-Zeit-Diagramme $s = s(t)$
5. Masse (Definition, Einheiten, Bestimmung der Masse),
Massendichte ρ (Definition, Einheiten)
6. Kraft (Definition, Einheiten, Bestimmung der Kraft, Addition von Kräften,
Zerlegung einer Kraft in vorgeschriebene Richtungen, Kraft und Gegenkraft,
Gravitationsgesetz)
7. Reibungskräfte, Luftwiderstand (phänomenologisch)
8. Gewichtskraft (Einheit, Ortsabhängigkeit)
9. Hookesches Gesetz
10. Impuls, Impulserhaltung (Definition, Einheiten, Bestimmung des Impulses)
11. Arbeit (Definition, Einheiten, Bestimmung der Arbeit, Energie, Energieerhaltung)
12. Umrechnungen von Einheiten

II. Wärmelehre

1. Temperatur, Temperaturskalen (Celsius, Kelvin, Fahrenheit)
2. Wärme als Energieform, Schmelzen und Sieden
3. Mischungstemperatur, spezifische Wärmekapazität

III. Magnetismus

IV. Elektrizitätslehre

1. Stromstärke und Widerstand
2. elektrische Leistung
3. Reihenschaltung von Widerständen
4. Parallelschaltung von Widerständen
5. spezifischer Widerstand

Teil B

I. Mechanik

Die Mechanik unterteilt man in **Kinematik** und **Dynamik**.

- Die **Kinematik** beschäftigt mit der Beschreibung von Bewegungen, ohne zu fragen, auf welche Weise diese Bewegungen angestoßen werden,
- die **Dynamik** fragt nach den Kräften, die einen Körper in Bewegung versetzen oder seine Bewegung bremsen.

Für die Kapitel 1.1. – 1.4. sollen Sie über Grundkenntnisse der linearen Bewegung verfügen. Sie wissen, wie Zeit und Zeiteinheiten (Stunde, Minute usw.) definiert sind, wie man Längen misst und in welchen Einheiten.

Sie kennen die den Begriff **Geschwindigkeit**:

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{zurückgelegter Weg}}{\text{benötigte Zeit}} \quad v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Für die Beschreibung einer Bewegung benutzt man

$$\begin{aligned} \text{Weg in Abhängigkeit von der Zeit } s &= s(t) = s_0 + v_0 \cdot t \\ \text{Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit } v &= v(t) = v_0 = \text{const} \end{aligned}$$

Die **graphische Darstellung** dieser Funktionen stellt ebenfalls den Bewegungsablauf dar.

Für die Aufgaben legen Sie als **Gravitationsfeldstärke** den Wert $g = 9,8 \text{ N/kg}$ zugrunde!

1. Längen

1.1. Addition und Subtraktion

Berechnen Sie und geben Sie das Ergebnis in einer geeigneten Einheit an:

- (a) $2,5 \text{ cm} + 3,5 \text{ dm} + 4,5 \text{ m} =$
- (b) $75,2 \text{ km} - 2667 \text{ m} - 124 \text{ dm} =$
- (c) $123\,672 \mu\text{m} + 255 \text{ mm} + 3,23 \text{ m} =$

1.2. Flächeninhalt

Geben Sie die den Flächeninhalt an:

- (a) Rechteck mit der Länge $5,9 \text{ m}$ und der Breite 25 cm
- (b) Kreis mit Radius $r = 7,3 \text{ mm}$
- (c) In einem kartesischen Koordinatensystem mit der Längeneinheit 1 m liegen die Punkte $A(1|1)$, $B(6|3)$, $C(10|5)$, $D(5|3)$. Sie definieren ein Parallelogramm $ABCD$. Berechnen Sie dessen Flächeninhalt.

2. Zeit

2.1. Umrechnungen

Rechnen Sie in die Zieleinheit um:

- (a) $47 \text{ min} \rightarrow \dots \text{ s}$
- (b) $78\,445 \text{ min} \rightarrow \dots \text{ d} \dots \text{ h} \dots \text{ min}$
- (c) $365,25 \text{ d} \rightarrow \dots \text{ s}$ ($\text{d} = (\text{lat.}) \text{ dies} = \text{Tag}$)

2.2. Zugfahrten

- (a) Ein Schnellzug beginnt seine Fahrt um 6.13 Uhr und kommt um 21.05 Uhr an.
Wie lange war er unterwegs?
- (b) Ein Zug fährt um 20.17 Uhr in Bahnhof A ab und kommt am nächsten Tag um 9.46 Uhr in Bahnhof B an.
Wie lange dauerte die Fahrt?
- (c) Um 17.53 Uhr fährt ein Zug ab und ist $12 \text{ Std. } 18 \text{ min.}$ unterwegs.
Wann kommt er an?

3. Geschwindigkeit

3.1. Sprint oder Dauerlauf?

Drei Freunde Albert, Bernhard und Christian verabreden sich zum Wettlauf. Albert ist 12 Jahre alt, Bernhard ist 14 Jahre alt und Christian 18 Jahre alt. Sie können also fairerweise nicht auf gleicher Strecke gegeneinander antreten. Albert läuft die Strecke von 50 m in 8,5 s, Bernhard läuft die Strecke von 75 m in 11,7 s und Christian braucht für die Strecke von 400 m 63,4 s. Wer ist der schnellste Läufer?

3.2. zwei Pkw

Welchen Weg legt ein Pkw in 6 h zurück, wenn seine Geschwindigkeit 70 km/h beträgt?

Ein zweiter Pkw fährt für 4,5 h mit 78 km/h.

Welchen Weg legt dieser zurück?

3.3. Radfahrer I

Welche Geschwindigkeit hat ein Radfahrer, der in 20 min 6,8 km zurücklegt?

3.4. Ein Damm wird belastet

Ein 500 m langer Güterzug fährt mit 55 km/h über einen 2,6 km langen Damm.

Während welcher Zeit belastet ein Teil des Zuges den Damm?

3.5. Erde um die Sonne

Welche mittlere Geschwindigkeit v hat die Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne, wenn der Radius der Erdbahn $150 \cdot 10^6$ km beträgt und die Umlaufzeit 365,25 d dauert?

Zusatzaufgabe: Warum ist hier bei der Erdbewegung von *mittlerer* Geschwindigkeit die Rede?

3.6. Radfahrer II

Die Frankreichrundfahrt (*Tour de France*) besteht aus Tages-Etappen unterschiedlicher Länge und von unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad.

(a) Ein Radfahrer fährt die 4. Etappe mit der Länge 223 km in 5 h 48 min. Welche mittlere Geschwindigkeit hat er?

(b) Wann erreicht dieser Teilnehmer die Zwischenstation, die sich 148 km vom Start befindet?

(c) Eine Passabfahrt durchfährt er mit 66,3 km/h und braucht dazu 13 min 27 s. Wie lang ist diese Abfahrt?

3.7. Radfahrer III, 1. Teil

Peter besucht seinen Freund Paul, der in 12 km Entfernung wohnt. Zunächst fährt er mit 14 km/h für 25 min, dann bei einem Anstieg für 22 min mit 4 km/h und schließlich die restliche Strecke mit 17 km/h.

(a) Wie lange dauert die Fahrt auf dem letzten Streckenabschnitt?

(b) Welche mittlere Geschwindigkeit hat Peter gehabt?

(c) Nach 2 Stunden fährt ihn Pauls Vater wieder nach Hause mit einer Geschwindigkeit von 65 km/h.

Wie lange war Peter insgesamt unterwegs?

3.8. Schiff auf dem Rhein

Ein Schiff fährt auf dem Rhein Geschwindigkeit 20 km/h. Der Schiffsjunge läuft mit der Geschwindigkeit 6 km/h auf dem Schiff nach hinten, nach kurzer Zeit mit 4 km/h wieder nach vorn.

Geben Sie die Geschwindigkeit des Schiffsjungen in Bezug auf das Ufer an und begründen Sie Ihr Ergebnis.

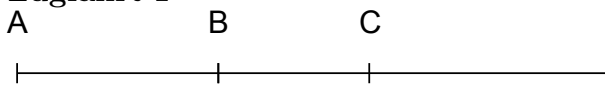
3.9. Pkw und Lkw

Ein Pkw fährt auf der Autobahn mit 150 km/h; in 2 km Entfernung vor ihm fährt ein Lkw mit der Geschwindigkeit 110 km/h.

- (a) Wie lange dauert es, bis sich der Pkw bis auf 50 m dem Lkw genähert hat und dann ausscheren muss?
- (b) Welchen Weg hat er dahin zurückgelegt?

4. Weg-Zeit-Diagramme

4.1. Zugfahrt I



Ein Zug fährt gleichmäßig mit der Geschwindigkeit 85 km/h auf einer zwei-spurigen Strecke. Er fährt, ohne zu halten, um 8.00 Uhr durch den Bahnhof A.

- Wann erreicht er den Bahnhof B in 27 km Entfernung?
- Wie weit ist er um 9.10 Uhr gefahren, wenn unterwegs ein Aufenthalt von 5 min in Bahnhof B fahrplanmäßig vorgesehen ist und der Zug weiterhin 85 km/h fährt?

4.2. Zugfahrt II

Ein Zug fährt um 8.00 Uhr durch Bahnhof A und ohne Halt mit 85 km/h zum Bahnhof C, der 100 km von Bahnhof A entfernt liegt.

Um 8.50 Uhr fährt ein anderer Zug von Bahnhof C dem ersten Zug mit der Geschwindigkeit 90 km/h entgegen.

Wann und wo begegnen sich die beiden Züge?

Zeichnerische und rechnerische Lösung verlangt.

4.3. Radfahrer III, 2. Teil

Erstellen Sie für die Aufgabe **Radfahrer III** ein $s(t)$ -Diagramm.

4.4. Interpretation einer Bewegung

Beschreiben Sie jeweils die Bewegung, die in nachfolgenden $s(t)$ -Diagrammen dargestellt ist.

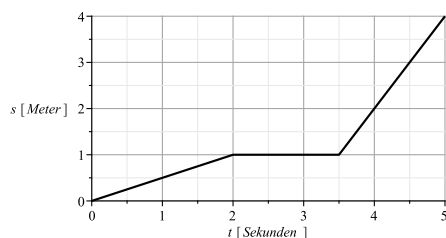


Abbildung 1:

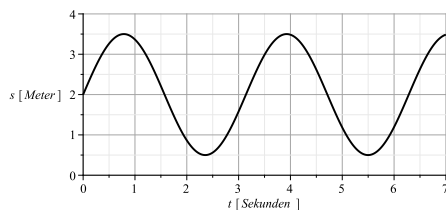


Abbildung 3:

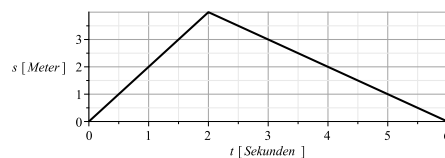


Abbildung 2:

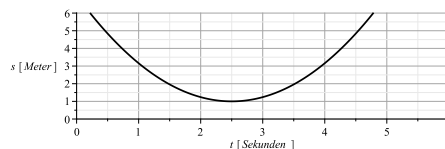


Abbildung 4:

5. Masse und Dichte

Die **Masse** ist die Eigenschaft eines Körpers, die überall (auf der Erde und im Weltall) gleich ist und angibt,

- wie der Körper bei Anwesenheit von Gravitation (**schwere Masse**)
- bei Änderung seines Bewegungszustandes (beschleunigen, abbremsen, Richtung ändern) (**träge Masse**)

reagiert.

Mit der Allgemeinen Relativitätstheorie von Albert Einstein (1915) ist diese Unterscheidung hinfällig.

Masse und Volumen eines homogenen Körpers hängen über die **Dichte** zusammen:

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Wenn von den Größen Masse, Volumen, Dichte zwei gegeben sind, kann die dritte berechnet werden.

5.1. Dieselöl I

Ein aufrecht stehender zylinderförmiger Tankbehälter hat einen Durchmesser von 3,50 m und eine Höhe von 5,50 m. Er wird mit Dieselöl befüllt. Welche Masse hat das Dieselöl? (Dichte von Öl: $\rho = 0,84 \text{ g/cm}^3$)

5.2. Dieselöl II

Bei einem Schiffsunglück laufen 500 t Dieselöl aus und verteilen sich auf dem Meer über eine Fläche von $300\,000 \text{ m}^2$.

Wie dick ist diese Ölschicht? (Dichte von Öl: $\rho = 0,84 \text{ g/cm}^3$)

5.3. In der Industrie

In der Industrie wird die Dichte immer in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ angegeben.

Rechnen Sie in diese Einheit um:

a) $0,0045 \text{ g/cm}^3$, b) $7,2 \text{ kg/dm}^3$, c) 12 mg/mm^3

5.4. Marmor

Um die Dichte von Marmor zu bestimmen, wird ein Quader aus Marmor gewogen: Masse zu 2,65 kg. Seine Kanten haben die Längen

$a = 18 \text{ cm}$, $b = 12 \text{ cm}$ und $c = 4,5 \text{ cm}$.

Welche Dichte hat Marmor?

5.5. Benzin

Eine Messflasche nimmt bei vollständiger Füllung mit einer Flüssigkeit genau 10 cm^3 Flüssigkeit auf. Füllt man sie mit Benzin, hat sie die Masse 42,9 g, leer beträgt ihre Masse 35,7 g.

Wie groß ist die Dichte von Benzin?

5.6. Sandkasten

Für Katharians Sandkasten, der 1,40 m lang, 1,20 m breit ist und der 25 cm hoch mit Sand gefüllt werden soll, holt der Vater mit dem Pkw-Anhänger den Sand.

Ist das möglich, wenn er mit maximal 500 kg beladen werden kann?

Dichte von Sand: $\rho = 1,6 \text{ g/cm}^3$

5.7. **Quecksilber**

Mit welcher Kraft wird ein Liter Quecksilber von der Erde angezogen?

Dichte von Quecksilber: $\rho = 13,6 \text{ g/cm}^3$

5.8. **Schneefall**

Welche Gewichtskraft wirkt auf ein waagrechtes Dach mit der Fläche $A = 160 \text{ m}^2$, wenn es frisch gefallener Schnee mit einer Dicke von 12 cm bedeckt?

Dichte von Schnee $\rho = 0,2 \text{ g/cm}^3$

6. Kräfte, Addition, Zerlegung

Wenn eine Kraft F auf einen Körper einwirkt, wird er verformt oder er ändert seinen Bewegungszustand (er wird beschleunigt, abgebremst, seine Bewegungsrichtung wird geändert) oder es geschieht beides.

Die zentralen Gleichungen von Isaac Newton (1687) lauten (in vereinfachter Form)

$$\begin{aligned} \text{Impuls } \vec{p} &= m \cdot \vec{v} \\ \text{Kraft } \vec{F} &= \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{\Delta(m \cdot \vec{v})}{\Delta t} = \underbrace{\frac{\Delta m}{\Delta t}}_{\text{Term 1}} \cdot \vec{v} + m \cdot \underbrace{\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}}_{\text{Term 2}} \end{aligned}$$

Beachten Sie, dass als Ausgangsgröße der **Impuls** steht und dessen Änderung durch eine **Kraft** herbeigeführt wird. Eine solche Änderung kann hervorgerufen werden

- allein durch eine Änderung der Geschwindigkeit, also durch eine Beschleunigung: Term 1 = 0, Term 2 \neq 0
- allein durch eine Änderung der Masse: Term 1 \neq 0, Term 2 = 0
- durch Änderung beider Größen: Term 1 \neq 0, Term 2 \neq 0

Es ist also im einzelnen zu prüfen, welche Größen sich bei dem Bewegungsvorgang ändern.

Der Impuls und damit auch die Kraft sind **vektorielle Größen**, die einen Betrag und eine Richtung haben. Sie werden nach dem Parallelogrammverfahren zu einem Summenvektor addiert:

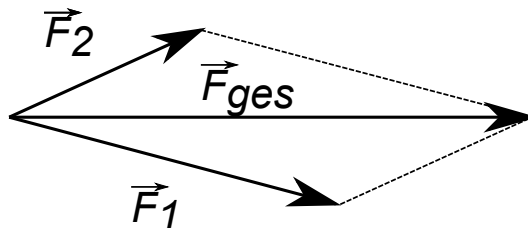


Abbildung 5: Kräfteaddition

6.1. Kraft I

Ein Pkw mit der Masse 1500 kg beschleunigt mit der Kraft 5 kN von 0 auf 100 km/h.

- Wie lange dauert der Beschleunigungsvorgang?
- Wann hat der Pkw die Geschwindigkeit 70 km/h erreicht?
- Wann hat der Pkw die Strecke 150 m zurückgelegt und welche Geschwindigkeit hat er dann?

6.2. Kraft II

Ein Stein mit der Masse 2 kg wird mit der Geschwindigkeit $v_0 = 10 \text{ m/s}$ senkrecht nach oben geworfen.

- Geben Sie die Weg-Zeit-Funktion $s(t)$ für diese Bewegung an. (Die positive Achse des Koordinatensystem ist nach oben gerichtet.)
- Welche Höhe erreicht der Stein?
- Wann schlägt er wieder auf dem Boden auf?

6.3. Kraft III

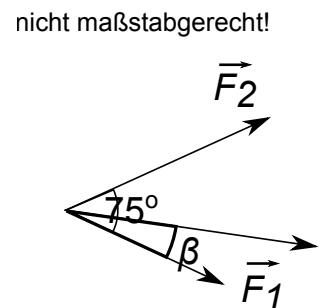
Ein Lastkraftwagen mit der Masse 7,5 t fährt mit 30 km/h auf einen Brückenpfeiler. Dabei wird die Motorhaube um 10 cm eingedrückt.

- Wie lange dauert dieser „Bremsvorgang“?
- Welche durchschnittliche Kraft muss der Brückenpfeiler aufbringen?
- Welche Energie muss der Brückenpfeiler und die Autokarosserie aufnehmen?

6.4. Kraft IV

An einem Punkt greifen die Kräfte $F_1 = 15 \text{ N}$ und $F_2 = 25 \text{ N}$ an, der Winkel zwischen den Kräften F_1 und F_2 beträgt $\alpha = \angle(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = 75^\circ$.

- Konstruieren Sie die Gesamtkraft $\vec{F}_{\text{ges}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$
- Berechnen Sie die Gesamtkraft F_{ges} und geben Sie ihren Winkel β in Bezug auf F_1 an.

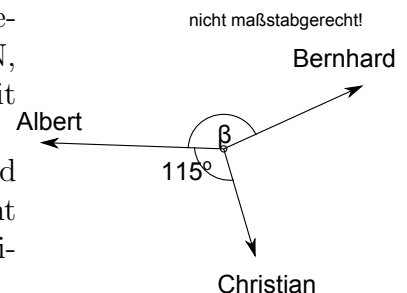


6.5. Kraft V

Drei Jungen wollen ihre Kräfte messen. Sie ziehen alle an einem Ring. Albert zieht mit 300 N, Bernhard zieht mit 450 N und Christian zieht mit 400 N.

Welchen Winkel β müssen Albert und Bernhard einnehmen, damit Christian das Gleichgewicht halten kann, wenn der Winkel zwischen Christian und Albert 115° beträgt?

Eine Konstruktion ist verlangt.



6.6. Defekter Lkw

Ein Lkw mit der Masse 3,5 t hält an einer ansteigenden Straße mit der Steigung 18% an.

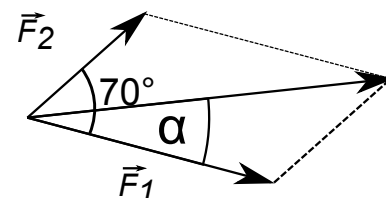
- Welche Kraft müssen die Bremsen insgesamt aufbringen, wenn er steht?
- Wie groß ist die Kraft, die von der Straße aufzubringen ist?
- Schließlich wird der Lkw von einem Kran aus der Straße gehoben.
Welche Kraft muss der Kran aufbringen?



6.7. Kräfte an einem Angriffspunkt I

Die Kräfte \vec{F}_1 und \vec{F}_2 haben den gleichen Angriffspunkt, ihre Beträge sind 5,4 N und 6,8 N. Sie schließen einen Winkel von $\alpha = 70^\circ$ ein.

Ermitteln Sie den Betrag der Summenkraft und die Richtung in Bezug auf \vec{F}_1 .



6.8. Kräfte an einem Angriffspunkt II

Das gleiche wie in Aufgabe 6.7. für $F_1 = 45$ N und $F_2 = 62$ N und $\alpha = 155^\circ$.

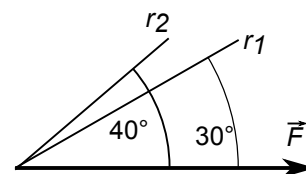
6.9. Zerlegung einer Kraft I

Die Kraft von Betrag 65 N soll in zwei Kraftkomponenten F_a und F_b zerlegt werden, die senkrecht aufeinander stehen. Die Kraftkomponente F_a soll den Betrag 48 N haben.

6.10. Zerlegung einer Kraft II

Eine Kraft mit dem Betrag 10 N soll in vorgeschriebene Richtungen r_1 und r_2 zerlegt werden. Die Richtung r_1 ist um 30° gegen die Richtung der Kraft F gedreht, die Richtung r_2 um 40° .

Konstruieren und berechnen Sie die Kraftkomponente in Richtung r_1 und die Kraftkomponente in Richtung r_2 !



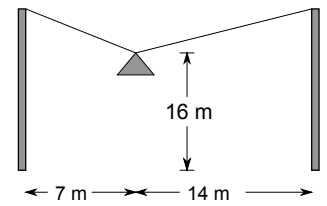
6.11. Drei Kräfte

Auf einen Punkt wirken drei Kräfte, nämlich vom Betrag 5 N, 6 N und 7 N. Welchen Winkel schließen die einzelnen Kräfte ein, wenn Gleichgewicht herrscht?

6.12. Straßenlampe

Eine Straßenlampe hat die Masse 50 kg und wird vom zwei Masten von 20 m Höhe und 21 m Entfernung in 16 m Höhe getragen.

Man bestimme die Zugkraft in den Drähten, wenn die Lampe von einem Mast 7 m und von dem anderen 14 m entfernt ist.



6.13. Lampe über der Straße

Ein Lampe von 50 kg Masse hängt in 4,50 m Höhe in der Mitte zwischen einem Mast und einer Hausmauer. Der Mast ist durch ein Drahtseil gespannt.

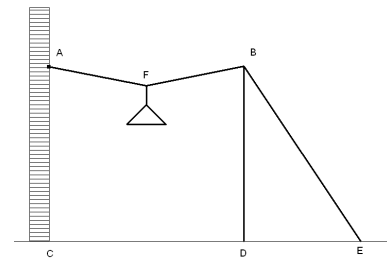
$\overline{AC} = \overline{BD} = 6\text{ m}$, $\overline{CD} = 8\text{ m}$, $\overline{DE} = 4\text{ m}$.

(a) Bestimmen Sie die Kräfte in den Drähten FA und FB

(Vorschlag: $1\text{ cm} \hat{=} 100\text{ N}$).

(b) Zerlegen Sie die Kraft, die auf die Mauer wirkt, in eine Komponente senkrecht zur Mauer und in eine Komponente in Richtung der Mauer.

(c) Mit welcher Kraft wird das Seil BE belastet?



6.14. Lkw auf schiefer Straße

Eine 120 m lange Straße steigt um 18 m an, auf ihr steht ein 4,2 t schwerer Lastwagen.

(a) Zeichnen Sie ein Bild der Straße in geeignetem Maßstab.

(b) Welche Kraft ist erforderlich, um ein Abwärtsrollen des Lastwagens zu verhindern?

7. Reibung

Wenn ein Körper über einen Untergrund bewegt wird, so tritt eine Kraft auf, die Reibungskraft. Sie wirkt stets entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung und hängt ab von den aufeinander reibenden Materialien.

Beobachtungen zeigen, dass eine Mindestkraft notwendig ist, um einen Körper überhaupt in Bewegung zu versetzen. Diese Mindestkraft muss die **Haftreibungskraft** F_h überwinden.

Ist er in Bewegung, so genügt eine kleinere Kraft, die **Gleitreibungskraft** F_{gl} , um ihn in Bewegung zu halten.

Entscheidend ist die **Normalkraft** F_N , die auf den Boden drückt. Diese ist bei einem waagrechten Untergrund dieselbe wie die **Gewichtskraft** F_G , im Falle einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel α nur die Normalkomponente, „normal“ im Sinne von „senkrecht zum Untergrund“.

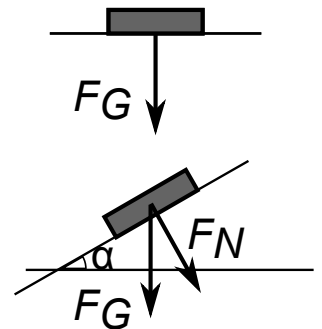
Das Zusammenwirken der beteiligten Materialien wird beschrieben

- durch den Haftreibungskoeffizienten μ_h
- und den Gleitreibungskoeffizienten μ_{gl}

$$\begin{aligned}\text{Normalkraft } F_N &= F_G \cdot \cos \alpha \\ \text{Haftreibungskraft } F_h &\leq F_{h, \max} = F_N \cdot \mu_h \\ \text{Gleitreibungskraft } F_{gl} &= F_N \cdot \mu_{gl}\end{aligned}$$

7.1. Kiste

- (a) Auf ebenem Steinfußboden wird eine Kiste mit der Masse 35 kg waagrecht gezogen. Welche Kraft wird dazu benötigt, wenn der Reibungswert $\mu_{gl} = 0,3$ beträgt?
- (b) Anschließend wird diese Kiste auf einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel $\alpha = 15^\circ$ gezogen. Welche Kraft wird jetzt zum Ziehen benötigt?



7.2. Rennwagen

Ein 450 kg schwerer Rennwagen fährt mit 300 km/h auf gerader Strecke und bremst.

- (a) Welche Bremskraft kann er aufbringen? (Haftreibungswert $\mu_h = 0,7$)
- (b) Welche Bremsverzögerung kann der Rennwagen erreichen?
- (c) Wie lange dauert der Bremsvorgang?

7.3. Gleitlager

In einem Gleitlager wirkt die Kraft $F_N = 2250$ N zwischen den gleitenden Flächen. Bei guter Schmierung ist die Gleitreibungszahl $\mu_{gl} = 0,02$, bei schlechter Schmierung $\mu_{gl} = 0,08$.

Wie groß ist bei guter, bei schlechter Schmierung die Reibungskraft?

7.4. Surfbrett

Ein Kind besteigt auf nassen Bohlen ein Surfbrett, das nach unten gleitet und dann waagrecht über den angrenzenden Sand rutscht.

Mit welcher Kraft wird das Kind mit dem Surfbrett gebremst, wenn die gesamte Gewichtskraft 850 N beträgt und die Gleitreibungszahl zwischen Surfbrett und Sand $\mu_{\text{gl}} = 0,5$ ist?

7.5. Resopal

Zur Bestimmung der Gleitreibungszahl μ_{gl} zwischen Holz und Resopal-Tischplatte des Experimentiertisches wird eine Holzplatte ohne und mit aufgesetzten Gewichtsstücken mit konstanter Geschwindigkeit über die Tischplatte gezogen. Es wird jeweils die gesamte Gewichtskraft F_G und die Zugkraft F_{Zug} gemessen. Bestimmen Sie μ_{gl} .

F_G	1,20 N	2,20 N	5,20 N
F_{Zug}	0,215 N	0,40 N	0,94 N

7.6. Schlittenfahrt

Ein Junge zieht einen Schlitten, der mit $F_G = 150$ N auf den Schnee drückt, auf einer horizontalen Schneefläche mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 3$ km/h über eine Strecke von 200 m ($\mu_{\text{gl}} = 0,11$).

Welche Kraft bringt der Junge auf?

8. Gewichtskraft

Im Schwerfeld eines Himmelskörpers erfährt jede Masse eine Kraft; sie heißt die **Gewichtskraft** F_G .

Zum Feststellen dieser Kraft muss ein Körper mit (kleiner) Masse m als „Testmasse“ an den Ort gebracht werden, an dem die Messung vorgenommen werden soll.

- Dazu wird auf der Erde ein Körper mit der Masse m frei aufgehängt und seine Gewichtskraft F_G wird gemessen.
- Ein Satellit wird im Gravitationsfeld in seiner Bahn beeinflusst. Dabei bedeutet „Satellit“
 - einen mit einer Rakete von der Erde hochgeschossenen Himmelskörper
 - oder einen Mond, der den Planeten umkreist
 - oder einen Stern, der den interessierenden Stern umkreist (Doppelsystem), falls ein solcher vorhanden ist
 - eine Galaxie, die eine andere umkeist oder sich in ihrer Nähe befindet und daher in ihrer Form verzerrt wird (Beispiel: die beiden Galaxien in M51)

Aus dieser Ablenkung kann auf Größe und Richtung des Schwerfeldes \vec{g} des Himmelskörpers geschlossen werden.

Es gilt

$$\vec{F}_G = m \cdot \vec{g}$$

8.1. Gewichtskraft I

Berechnen Sie die Gravitationsfeldstärke g an einem Ort,

- an dem die Masse 75 kg die Gewichtskraft 730 N erfährt
- an dem die Masse 24 kg die Gewichtskraft 184 N erfährt

8.2. Gewichtskraft II

Man berechne die Gewichtskraft, die ein Roboter auf dem Mars erfährt, der auf der Erde die Masse 245 kg hat. ($g_{\text{Mars}} = 3,71 \text{ N/kg}$)

8.3. Roboter

Die NASA überlegt, einen baugleichen Roboter auf einem Kometen landen zu lassen.

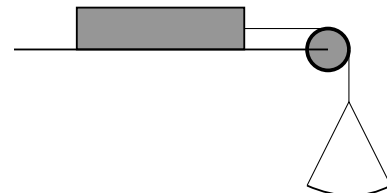
Welche Kraft müssen die Triebwerke beim erneuten Start auf dem Kometenkern mindestens aufbringen, wenn $g_{\text{Komet}} = 0,05 \text{ N/kg}$ beträgt?

8.4. schwere Kiste

Auf waagrechter Ebene steht eine 120 kg schwere Kiste. Sie ist an einem Seil befestigt, an dem über eine Rolle eine 10 kg schwere Schale angehängt ist.

Welche Masse darf in die Schale höchstens gelegt werden, damit die Kiste nicht ins Rutschen kommt?

($\mu_h = 0,7$, $\mu_{gl} = 0,3$)



9. Hookesches Gesetz

Wenn an einer Schraubenfeder eine Kraft F angreift, dann dehnt sich diese um die Strecke Δs .

Wenn diese Dehnung Δs nicht zu groß ist, dann sind die Dehnung und die angreifende Kraft zueinander proportional.

$$F \sim \Delta s \Rightarrow F = k \cdot \Delta s$$

Die Größe k heißt **Richtgröße der Feder** oder **Federkonstante**.

9.1. Eine Feder wird von der Kraft 1 N um 4 cm gedehnt.

- (a) Berechnen Sie die Federkonstante k .
- (b) Wie weit dehnt sich diese Feder bei einer Kraft von 5 N, 6 N, 0,2 N?
- (c) Welche Kraft zieht an der Feder, wenn sie um 5 cm, um 2,2 cm, 11 cm gedehnt wird?

9.2. Um die Federkonstante zu bestimmen, hängt man an die Feder ein Gewichtstück mit der Masse 4,5 kg; die Feder dehnt sich um 3 cm.

9.3. Bestimmen Sie mit einem geeigneten Diagramm die Federkonstante, wenn folgende Messwerte gegeben sind (gemessen vom Aufhängepunkt aus):

Kraft	N	4 N	7 N	10 N	15 N
Position	15,7 cm	16,3 cm	17,1 cm	18,4 cm	19,8 cm

9.4. Die Feder eines Kugelschreibers hat die Federkonstante 2 N/cm.

- (a) Was lässt sich über die Verlängerung bei einer Kraft von 50 N sagen?
- (b) Worauf ist bei der Anwendung des Hookeschen Gesetzes zu achten?

10. Impuls

Ein Körper mit der Masse m und der Geschwindigkeit \vec{v} hat den Impuls

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Wenn zwei Körper mit den Massen m_1 und m_2 und den Geschwindigkeiten \vec{v}_1 und \vec{v}_2 wechselwirken, z.B. aneinander stoßen, dann bleibt der Gesamtimpuls erhalten, er wird nur anders auf die beteiligten Körper verteilt.

$$\vec{p}_{\text{ges}} = \underbrace{m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2}_{\text{vor dem Stoß}} = \underbrace{m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2}_{\text{nach dem Stoß}} = \text{const}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

(siehe auch S. 10)

10.1. Es regnet

Ein oben offenes Boot mit der Masse 250 kg gleitet antriebsfrei und reibungsfrei mit der Geschwindigkeit 10 Knoten¹ über das Wasser. Von oben regnet es hinein, und zwar 10 ℓ Wasser pro Minute.

Auf welchen Wert sinkt die Geschwindigkeit des Bootes nach 10 Minuten?

10.2. Wassertankwagen

Ein Tankwagen mit der Masse 12 t ist mit 30 m³ Trinkwasser gefüllt. Er fährt mit 20 km/h an einer Engstelle vorbei und beschleunigt dann in 20 Sekunden auf 60 km/h.

- Wie ändert sich der Impuls des Fahrzeuges?
- Welche durchschnittliche Kraft muss der Motor auf waagrechtter Straße während der Beschleunigung aufbringen?
- Wie ändert sich die Bewegungsenergie des Fahrzeuges?
- Wie groß ist die durchschnittliche Leistung des Motors während der Beschleunigung?

10.3. Eisenbahnwaggon

Im Rangierbahnhof stößt ein Eisenbahnwaggon mit der Masse 16 t auf einen anderen Waggon mit der Masse 20 t, der mit 5 km/h in die gleiche Richtung rollt. Die beiden Waggons kuppeln aneinander und fahren mit der Geschwindigkeit 8 km/h weiter.

Welche Geschwindigkeit hatte der erste Eisenbahnwaggon?

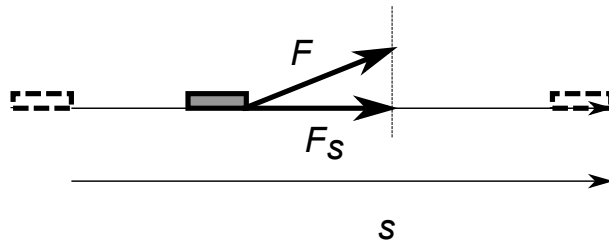
¹1 Knoten = 1 Seemeile/h = 1,852 km/h

11. Arbeit und Energie

Man definiert

Arbeit = Kraftkomponente in Wegrichtung * Weg

$$W = F_s \cdot s$$



Einen Spezialfall liegt vor, wenn ein Körper senkrecht hochgehoben wird. Die Masse des Körpers ist m , die Höhe, um die er angehoben wird, ist Δz .

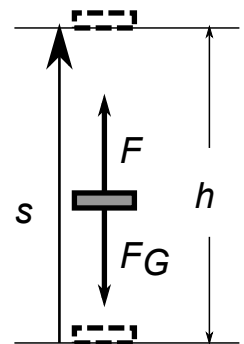
$$W_{\text{Hub}} = m \cdot g \cdot \Delta z$$

Wenn an einem Körper Arbeit verrichtet wird, kann dieser Körper anschließend selbst Arbeit verrichten, wenn diese Arbeit als Arbeitsvorrat (Energie) in dem System, in dem sich der Körper befindet, gespeichert wird oder sie steht nicht oder nur zum Teil zur Verfügung, wenn während der Arbeit durch Reibungskräfte (siehe S. 14) Energie an die Umgebung, in der Regel in Form von Wärme, abgegeben wird.

Man unterscheidet

- **Hubarbeit** und damit **potentielle Energie** oder **Energie der Lage**

$$W = m \cdot g \cdot h = \Delta E_{\text{pot}}$$



- **Bewegungsarbeit**: ein Körper mit der Masse m wird aus der Ruhelage auf die Geschwindigkeit v beschleunigt. Er hat dann **Bewegungsenergie** oder **kinetische Energie**

$$W_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

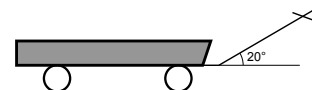
11.1. **Koffer tragen**

Jemand trägt einen Koffer von 25 kg zunächst eine Treppe von 5 m Höhe hinauf und geht dann anschließend mit dem Koffer auf ebener Strecke 200 m.

Welche (physikalische) Arbeit wird an dem Koffer verrichtet?

11.2. **Handwagen**

Berechnen Sie die Arbeit, die man verrichten muss, um einen Handwagen über eine horizontale Strecke von 150 m zu ziehen, wenn die Deichsel unter einem Winkel von 20° gegen die Horizontale geneigt ist und man an ihr mit einer Kraft von 100 N zieht.



11.3. **Bergsteiger**

Im Himalaja steigt ein Bergsteiger von der Basisstation zum 2700 m höher gelegenen Zwischenlager.

- (a) Welche (physikalische) Arbeit verrichtet er?
- (b) Wie groß ist seine durchschnittliche Leistung, wenn er für einen Höhenunterschied von 300 m eine Stunde braucht?
- (c) Wie lange ist er unterwegs?

11.4. **Wasserpumpe I**

Welche Arbeit ist notwendig, um 400 m^3 Wasser 20 m hochzupumpen?

11.5. **Wasserpumpe II**

Wie lange braucht eine Pumpe mit 3,7 kW, um 10 m^3 Wasser 25 m hoch zu heben? ($\rho_{\text{Wasser}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$)

11.6. **Gabelstapler**

Der Motor eines Gabelstaplers hat die maximale Leistung 20 kW. Der Gabelstapler hebt eine Last von 300 kg auf eine Höhe von 2,20 m. Welche Zeit braucht er für diesen Vorgang, wenn die Hubleistung nur 25 % der maximalen Leistung beträgt?

11.7. **Wasserkraftwerk**

Das Walchensee-Kraftwerk gewinnt seine Energie aus dem Wasserfluss vom Walchensee (802 m ü.NN) zum Kochelsee (600 m ü. NN).

- (a) Berechnen Sie die Energie, die beim Herabfließen von 1 kg Wasser frei wird.
- (b) Bestimmen Sie die Energie, die zur Verfügung steht, wenn der ganze Walchensee entleert wird (Fläche $16,2 \text{ km}^2$, durchschnittliche Tiefe 100 m).
- (c) Das Walchenseekraftwerk hat eine Leistung von 124 MW. Wie lange würde es mit dem Wasservorrat arbeiten können?

11.8. **Aufzug**

Mit welcher Geschwindigkeit kann ein Motor mit der Leistung 4,5 kW einen Aufzug, der mit Beladung 600 kg hat, hochziehen?

12. Umrechnungen

Rechnen Sie in die angegebene Zieleinheit um!

- 12.1. $654,55 \cdot 10^5 \text{ s} \rightarrow \dots \text{ h}$
- 12.2. $613 \text{ d} \rightarrow \dots \text{ s}$ (d = dies = Tage)
- 12.3. $2,55 \cdot 10^5 \text{ mm} \rightarrow \dots \text{ m}$
- 12.4. $1,2345 \cdot 10^{-7} \text{ m} \rightarrow \dots \mu\text{m}$
- 12.5. $326 \text{ ha} \rightarrow \dots \text{ m}^2$
- 12.6. $4567 \cdot 10^2 \text{ cm} \rightarrow \dots \text{ m}^2$
- 12.7. $6 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 \rightarrow \dots \text{ cm}^3$
- 12.8. $150 \ell \rightarrow \dots \text{ cm}^3$
- 12.9. $987 \text{ km}^3 \rightarrow \dots \text{ m}^3$
- 12.10. $3,4 \cdot 10^6 \ell \rightarrow \dots \text{ m}^3$
- 12.11. $76,22 \cdot 10^4 \text{ g} \rightarrow \dots \text{ kg}$
- 12.12. $155\,453,376 \cdot 10^4 \text{ mg} \rightarrow \dots \text{ kg}$
- 12.13. $678 \cdot 10^{-3} \text{ mg} \rightarrow \dots \text{ ng}$
- 12.14. $5 \text{ g/cm}^3 \rightarrow \dots \text{ kg/m}^3$
- 12.15. $16,9 \text{ kg/\ell} \rightarrow \dots \text{ g/cm}^3$
- 12.16. $3,2 \frac{\text{km}}{\text{h}} \rightarrow \dots \text{ m/s}$
- 12.17. $0,2 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \rightarrow \dots \text{ m/s}$
- 12.18. $36 \frac{\text{m}}{\text{min}} \rightarrow \dots \text{ m/s}$
- 12.19. $20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \dots \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- 12.20. $36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \rightarrow \dots \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
- 12.21. $880 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \rightarrow \dots \frac{\text{km}}{\text{min}}$
- 12.22. $17,3 \text{ kWh} \rightarrow \dots \text{ J}$ (J = Joule)
- 12.23. $5,7 \cdot 10^8 \text{ J} \rightarrow \dots \text{ kW h}$

II. Wärmelehre

In der Wärmelehre (Thermodynamik) unterscheidet man

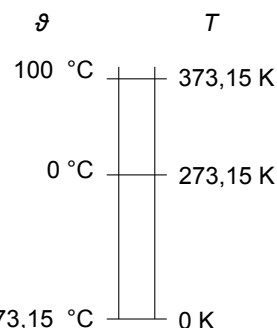
- zwischen der Temperatur
- und dem Energieinhalt eines Körpers, seiner „inneren Energie“

Die Temperatur wird gemessen in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) und Kelvin (K).

Beide Temperaturskalen haben sie dieselben Gradschritte, die Kelvin-Skala (absolute Temperatur) ist um $273,15^{\circ}\text{C}$ nach unten verschoben.

Also ist der Zusammenhang zwischen diesen beiden Temperaturskalen gegeben durch:

$$\frac{\vartheta}{^{\circ}\text{C}} = \frac{T}{\text{K}} - 273,15$$



Wenn man einem Körper mit der Masse m die Energie Q zuführt, so ändert sich seine Temperatur um $\Delta\vartheta$, sie wird in dem Körper als innere Energie gespeichert. Es gilt:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta$$

c heißt spezifische Wärmekapazität (des Stoffes).

Gewöhnlich tritt ein Körper in drei Phasen (Aggregatzuständen) auf:

- fest
- flüssig
- gasförmig

Um von einer Phase in die nächste zu wechseln, muss Energie zugeführt werden, ohne dass sich die Temperatur erhöht.

Diese Energie heißt

- im Falle fest \rightarrow flüssig **Schmelzwärme** $Q_{\text{schmelz}} = q_{\text{schmelz}} \cdot m$,
 q_{schmelz} heißt spezifische Schmelzwärme
- im Falle flüssig \rightarrow gasförmig: **Verdampfungswärme** $Q_{\text{verd}} = q_{\text{verd}} \cdot m$,
 q_{verd} heißt spezifische Verdampfungswärme

Nicht zu den SI-Einheiten zählt die Temperaturskala nach Fahrenheit.

Sie ist festgelegt durch

$$\frac{\vartheta_{\text{F}}}{^{\circ}\text{F}} = \frac{9}{5} \cdot \frac{\vartheta_{\text{C}}}{^{\circ}\text{C}} + 32$$

1. Temperaturskalen

- 1.1. Man rechne um: $30\text{ }^{\circ}\text{F} \rightarrow\text{ }^{\circ}\text{C}$, $451\text{ }^{\circ}\text{F} \rightarrow\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 1.2. $365\text{ K} \rightarrow\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 1.3. $510\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow\text{ K}$

2. Wärme als Energieform

2.1. Tauchsieder

Man erwärmt 300 cm^3 Öl mit dem Tauchsieder. Dieser hat eine Leistung von 300 W . Nach 45 Sekunden ist die Temperatur von $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ gestiegen.

Berechnen Sie daraus die spezifische Wärmekapazität $c_{\text{Öl}}$.

Dichte von Öl $\rho = 0,82\text{ kg}/\ell$

2.2. kleiner See

Welche Wärmemenge nimmt ein kleiner See auf, dessen Oberfläche $0,88\text{ km}^2$ und dessen durchschnittliche Tiefe $4,75\text{ m}$ beträgt, wenn sich während eines Sonnentages die Wassertemperatur um $2,2\text{ K}$ erhöht?

Setzen Sie voraus, dass das Wasser des Sees gleichmäßig durchmischt ist.

($c_{\text{Wasser}} = 4,19\text{ J}/(\text{g K})$)

3. Mischungstemperatur

3.1. kaltes Wasser + warmes Wasser

Man mischt 500 cm^3 Wasser von $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ mit 700 cm^3 Wasser von $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Welche Mischungstemperatur stellt sich ein?

Dichte von Wasser $\rho = 1\text{ g}/\text{cm}^3$,

spezifische Wärmekapazität von Wasser $c = 4,19\text{ J}/(\text{g K})$)

3.2. Eisenklotz

Ein Eisenklotz mit der Masse 500 g wird auf die Temperatur von $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ erwärmt und dann in 200 g Wasser von $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ gebracht.

Berechnen Sie die Mischungstemperatur.

($c_{\text{Fe}} = 0,46\text{ J}/(\text{g K})$), $c_{\text{Wasser}} = 4,19\text{ J}/(\text{g K})$)

III. Magnetismus

1. Erläutern Sie den Begriff Magnetismus.
Welche Materialien zeigen magnetische Erscheinungen?
2. Erläutern Sie den Begriff *magnetische Influenz*.
3. Erläutern Sie den Begriff *Missweisung* oder *Deklination* der Kompassnadel.
4. Stellen Sie die Gedankengänge dar, die auf die Vorstellung der *Elementarmagnete* führen.
5. 5.1. Was versteht man unter einem Magnetpol?
5.2. Wo liegen die Magnetpole der Erde?
5.3. Was wissen Sie über die Änderung des Magnetfeldes der Erde?

IV. Elektrizitätslehre

Wenn an einem Leiter die Spannung U angelegt wird, fließt ein Strom, dessen Stärke I vom Widerstand R des Leiters abhängt.

Alternativ wird auch die Leitfähigkeit G des Leiters zur Beschreibung des Zusammenhanges von Strom und Spannung herangezogen. Es gilt

$$U = R \cdot I, \quad I = G \cdot U$$

$$\begin{aligned} \text{Einheiten: } [I] &= 1 \text{ A} && (\text{Ampere}) \\ [U] &= 1 \text{ V} && (\text{Volt}) \\ [R] &= 1 \Omega && (\text{Ohm}) \\ [G] &= 1 \text{ S} && (\text{Siemens}) \end{aligned}$$

Man sagt, der Leiter erfüllt das **Ohmsche Gesetz**, wenn $R = \text{const}$ bzw. $G = \text{const}$ ist.

Spannung U und Stromstärke I und die Energieübertragung (**Leistung**) P hängen zusammen

$$P = U \cdot I$$

1. Stromstärke und Widerstand

1.1. Widerstand

Wie groß ist der Widerstand R eines Leiters, durch den bei einer Spannung $U = 20 \text{ V}$ eine Strom der Stärke $I = 0,5 \text{ A}$ fließt?

1.2. Stromstärke

Ein elektrisches Bügeleisen hat in heißem Zustand den Widerstand $R = 100 \Omega$. Wie groß ist die Stromstärke I , wenn das Bügeleisen an die Spannung 230 V angeschlossen wird?

1.3. Spannung

Welche Spannung muss zwischen die Endpunkte eines Leiters mit dem Widerstand 50Ω gelegt werden, damit im Leiter ein Strom von $0,2 \text{ A}$ fließt?

1.4. Ohmsches Gesetz I

Durch eine Spule aus Kupferdraht fließt bei einer Spannung von 6 V ein Strom der Stärke $I_1 = 1,5 \text{ A}$.

Wie groß ist die Stromstärke I_2 , wenn die Spannung $4,8 \text{ V}$ angelegt wird und angenommen werden darf, dass die Voraussetzungen des Ohmschen Gesetzes erfüllt sind?

1.5. Ohmsches Gesetz II

In einem Eisendraht ist beim Anlegen der Spannung $U = 12 \text{ V}$ die Stromstärke zunächst $I_1 = 3,5 \text{ A}$. Nach einiger Zeit stellt sich die konstante Stromstärke $I_2 = 2,6 \text{ A}$ ein.

Berechnen Sie die Widerstände R_1 und R_2 für die genannten Stromstärken. Erklären Sie das Ergebnis! Ist das Ohmsche Gesetz anwendbar?

Begründen Sie Ihre Aussage.

2. elektrische Leistung

2.1. Tauchsieder I

Zwei Tauchsieder haben laut Herstellerangaben die Leistung 1000 W bzw. 300 W.

- Geben Sie in beiden Fällen an die Stromstärke an, die bei einer Spannung von 230 V fließt.
- Berechnen Sie in beiden Fällen den Ohmschen Widerstand.
- Auf dem Campingplatz werden die beiden Tauchsieder an eine Autobatterie von 12 V gehängt. „Na, dann bringt jeder nur 1/20 der Leistung²“, meint ein Camper. Sind Sie auch dieser Meinung?

2.2. Theaterleuchte

Von einer Theaterleuchte ist bekannt, dass sie bei 380 V (Drehstromanschluss) mit einer 16 A-Sicherung abgesichert ist.

- Welches ist die maximale Leistung, die eine eingesetzte Glühlampe haben darf?
- Da die Zuleitungen dann doch zu warm geworden sind, wird eine Sicherung von 5 A eingesetzt.
Wie groß ist jetzt die maximale Glühlampenleistung?

2.3. Elektromotor

Mit einem Elektromotor, der eine elektrische Leistungsaufnahme von 450 W und eine mechanische Leistungsabgabe von 350 W hat, soll ein Gewicht von 5000 g über eine Höhe von 12 m gehoben werden.

- Berechnen Sie den Wirkungsgrad η des Motors.
- Berechnen Sie die Arbeit, die der Motor verrichten muss.
- Bestimmen Sie die Zeit, die der Motor zum Hochheben braucht.
- Oben beim Aushängen fällt das Gewichtstück wieder nach unten. Berechne die durchschnittliche „Fall-Leistung“ des Gewichtstückes (Falldauer 1,6 s).

2.4. Tauchsieder II

Ein Tauchsieder bringt in 5,2 min 700 ml Wasser von 20 °C zum Sieden.

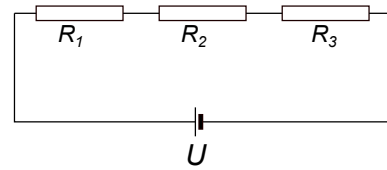
- Wie groß ist die Stromstärke I im Tauchsieder, wenn die Spannung 230 V beträgt?
- Berechnen Sie die Leistungsaufnahme des Tauchsieders, wenn er am 230 V-Haushaltsnetz hängt und angenommen wird, dass keine Wärmemenge an die Umgebung verloren geht?
spezifische Wärmekapazität von Wasser $c = 4,19 \text{ J}/(\text{g K})$

² $\frac{12}{230} \approx \frac{1}{20}$

3. Reihenschaltung von Widerständen: unverzweigter Stromkreis

Für die **Reihenschaltung** (Serienschaltung, Hintereinanderschaltung) von Widerständen $R_i, i = 1 \dots n$ ergibt sich der Gesamtwiderstand durch

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



3.1. drei Widerstände

Drei Widerstände $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$ und $R_3 = 50 \Omega$ liegen in Reihe an einer Spannung von 150 V.

Wie groß sind Gesamtwiderstand und Stromstärke und wie groß sind die Teilspannungen?

Fertigen Sie einen Schaltplan an!

3.2. Vorwiderstand I

Eine Projektorlampe trägt die Bezeichnung 5 V / 3 A. Sie soll an eine Spannung von 12 V angeschlossen werden.

Welcher Vorwiderstand ist erforderlich?

3.3. Vorwiderstand II

Ein Spannungsmesser mit dem Messbereich von 30 V besitzt einen Innenwiderstand $R_i = 20 \text{ k}\Omega$. Der Messbereich soll auf 300 V erweitert werden.

Welcher Vorwiderstand ist vorzusehen?

3.4. Bleiakku

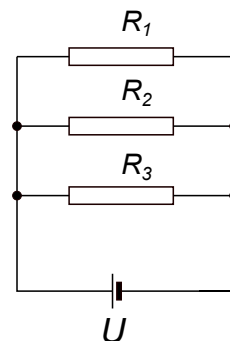
Ein Bleiakku besitzt einen Innenwiderstand von $0,05 \Omega$.

Um welchen Betrag sinkt die Klemmenspannung, wenn der Akku mit 10 A belastet wird?

4. Parallelschaltung von Widerständen: verzweigter Stromkreis

Für die **Parallelschaltung** von Widerständen $R_i, i = 1 \dots n$ ergibt sich der Gesamtwiderstand durch

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$



4.1. Parallelschaltung I

Zwei Widerstände von 10Ω und 20Ω sind parallel geschaltet. An ihnen liegt eine Spannung von 10 V .

- Welcher Strom fließt in der Zuleitung und wie teilt er sich auf?
- Wie groß muss die angelegte Spannung sein, wenn durch den kleineren Widerstand ein Strom der Stärke 150 mA fließen soll?

4.2. Parallelschaltung II

Zwei Widerstände liegen parallel an 100 V . Es fließt ein Gesamtstrom von $0,9 \text{ A}$. Einer der Widerstände ist 200Ω . Wie groß sind die Teilströme?

4.3. Parallelschaltung III

Der Widerstand einer Schaltung beträgt 100Ω . Er soll durch eine Parallelschaltung eines zweiten Widerstandes auf einen Gesamtwiderstand von 20Ω gebracht werden. Welchen Wert muss dieser Widerstand haben?

4.4. Messbereichserweiterung

Ein Messwerk hat einen Innenwiderstand von 80Ω und zeigt bei einem Strom von 1 mA Vollausschlag.

Wie kann der Messbereich auf 1 A erweitert werden?

Welchen Ersatzwiderstand hat das Messgerät dann?

4.5. Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen

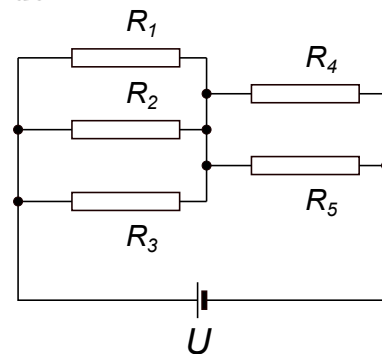
Eine Anordnung von Widerständen wird an eine Spannungsquelle mit $U = 20 \text{ V}$ angeschlossen.

Berechnen Sie die Stromstärke I_{gesamt} , wenn

$R_1 = 1000 \Omega$, $R_2 = 2000 \Omega$,

$R_3 = 1500 \Omega$, $R_4 = 500 \Omega$ und $R_5 = 700 \Omega$

beträgt.



5. spezifischer Widerstand

Für einen elektrischen Widerstand aus homogenem Material mit der Länge ℓ , der Querschnittsfläche A und dem spezifischen Widerstand ϱ die Formel

$$R = \varrho \cdot \frac{\ell}{A}$$

- 5.1. Wie groß ist der Widerstand R eines Kupferdrahtes von 600 m Länge und von der Querschnittsfläche 2 mm^2 , wenn der spezifische Widerstand von Kupfer $\varrho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ beträgt?
- 5.2. Ein Konstantendraht von 75 m Länge hat eine Querschnittsfläche von $0,5 \text{ mm}^2$. Welches ist sein Widerstand R ? ($\varrho = 0,50 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)
- 5.3. Welche Länge ℓ muss ein runder Aluminiumdraht mit dem Durchmesser $d = 1 \text{ mm}$ haben, damit ein Strom der Stärke $0,8 \text{ A}$ durch ihn fließt, wenn zwischen seine Endpunkte eine Spannung von $1,2 \text{ V}$ angelegt wird?
 $\varrho_{\text{Al}} = 0,027 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$
- 5.4. Ein Kupferdraht von 59 m Länge hat den Widerstand $R = 8 \Omega$. Welchen Durchmesser d hat die Querschnittsfläche des Drahtes?
 $\varrho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$
- 5.5. (a) Welchen Widerstand R hat eine zweiadrige Kupferleitung (d.h. eine Leitung, bei der je ein Draht für die Hin- und Rückleitung isoliert nebeneinander liegen) von 12 km Länge, wenn jeder Draht die Querschnittsfläche $2,5 \text{ mm}^2$ hat? ($\varrho_{\text{Cu}} = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)
(b) Welchen Widerstand hätte diese Leitung mit gleichen Abmessungen aus Eisen? ($\varrho_{\text{Fe}} = 0,10 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)
- 5.6. Um den spezifischen Widerstand ϱ von Silber zu bestimmen, legt man an einen 2 m langen Silberdraht mit dem Durchmesser $d = 0,1 \text{ mm}$ die Spannung $U = 1,2 \text{ V}$ aus einem Ni-Cd-Akkumulator und misst eine Stromstärke von $I = 300 \text{ mA}$.