

## Repetitions-Übung 1      Elektrizität, Mechanik, Wärme

### Aufgaben

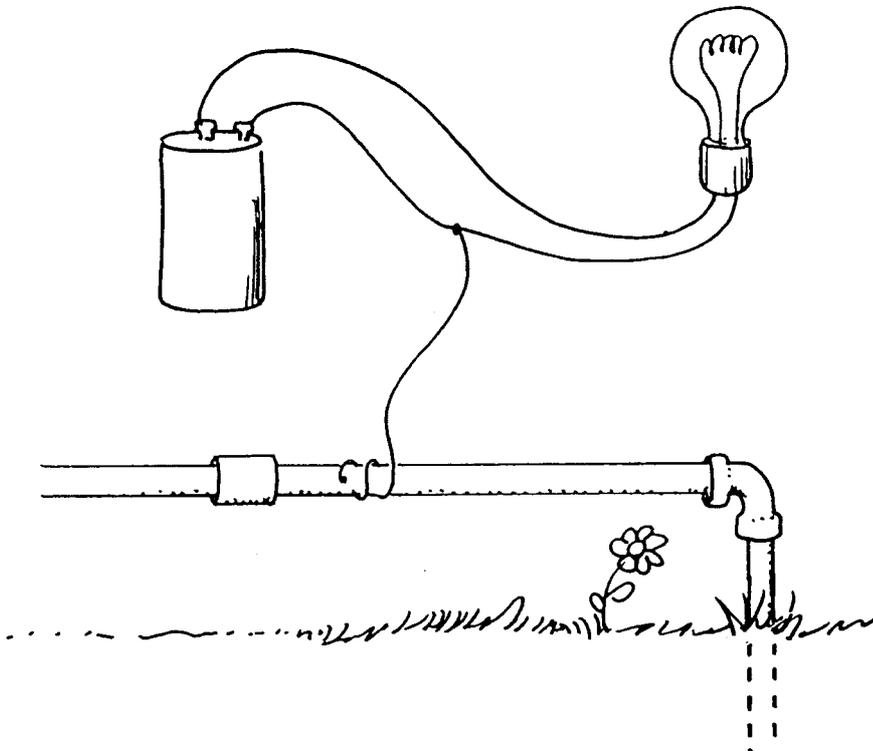
#### Elektrizität

1. (aus: Epstein, L.C.: Epsteins Physikstunde. 3. Auflage, Birkhäuser, Basel 1992, ISBN 3-7643-2771-5)

### GEERDETE SCHALTUNG

Leuchtet die Lampe, wenn die Schaltung wie in der Zeichnung geerdet ist?

- a) ja  
b) nein

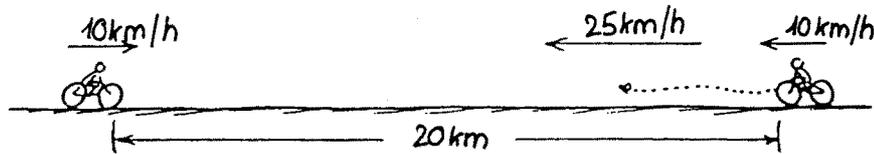


2. Sie reisen in die Ferien. Am Ferienort schliessen Sie Ihren Haarföhn (mit der Aufschrift 220 V / 1000 W) an die lokale Stromversorgung an. Doch der Föhn scheint nicht recht zu funktionieren. Sie überprüfen die Netzspannung und stellen fest, dass sie 110 V beträgt.  
Bestimmen Sie die Leistung des Föhns bei der genannten Netzspannung.
3. Sie heizen in der Übergangszeit Ihr Studierzimmer mit einem elektrischen Heizlüfter mit den Anschlussdaten 220 V / 1000 W. Weil es kalt ist, läuft der Heizlüfter auf der höchsten Stufe. Jetzt schalten Sie Ihren Computer und den Laserdrucker ein. Da fällt die Sicherung aus, und es wird auch noch finster im Zimmer.  
Erklären Sie, wodurch dieser Stromausfall verursacht worden sein könnte.

Mechanik

4. (aus: Epstein, L.C.: Epsteins Physikstunde. 3. Auflage, Birkhäuser, Basel 1992, ISBN 3-7643-2771-5)

**DIE FAHRRADFAHRER UND DIE BIENE**



Zwei Fahrradfahrer fahren mit gleichmäßiger Geschwindigkeit von 10 km/h aufeinander zu. Als sie genau 20 km voneinander entfernt sind, fliegt eine Biene vom Vorderrad eines der Fahrräder mit gleichmäßiger Geschwindigkeit von 25 km/h direkt zum Vorderrad des anderen Fahrrads. Sie berührt es, dreht sich in vernachlässigbar kurzer Zeit um und kehrt mit der gleichen Geschwindigkeit zum ersten Fahrrad zurück, berührt dort erneut das Rad, dreht sich sofort wieder um und fliegt so immer hin und her. Dabei werden die aufeinanderfolgenden Flüge immer kürzer, bis die Fahrräder zusammenstoßen und die unglückliche Biene zwischen den Vorderrädern zerquetschen. Welche Gesamtstrecke hat die Biene bei den vielen Hin- und Rückflügen von dem Zeitpunkt an, als die Fahrräder 20 km voneinander entfernt waren, bis zu ihrem unseligen Ende zurückgelegt? (Das zu ermitteln kann sehr einfach oder sehr schwierig sein, was einzig und allein von Ihrem Ansatz abhängt.)

- a) 20 km
- b) 25 km
- c) 50 km
- d) mehr als 50 km
- e) Das Problem kann mit den gegebenen Informationen nicht gelöst werden.



5. Für die theoretische Autofahrprüfung wird in der Fahrschule die folgende Formel zur Berechnung des Bremsweges (ohne Reaktionsweg) angegeben:

$$\text{Bremsweg / m} = \frac{\left(\frac{\text{Geschwindigkeit / (km/h)}}{10}\right)^2}{2}$$

Bsp: Bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 80 km/h ergibt sich ein Bremsweg von 32 m:

$$\text{Bremsweg / m} = \frac{\left(\frac{80 \text{ km/h / (km/h)}}{10}\right)^2}{2} = \frac{\left(\frac{80}{10}\right)^2}{2} = 32$$

Nehmen wir an, die Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) lanciert eine Kampagne zur Verkehrssicherheit auf Schweizer Strassen. In diesem Zusammenhang soll die genannte Formel zur Berechnung des Bremsweges einer näheren Prüfung unterzogen werden.

Sie werden als Expertin bzw. Experte beigezogen und haben den Auftrag, die Formel auf Ihre Richtigkeit zu überprüfen und eine Empfehlung über deren künftige Verwendung abzugeben.

- a) Leiten Sie aus den Grundgesetzen der Kinematik - d.h. unabhängig von der zur Diskussion stehenden Fahrschul-Formel - eine Beziehung zwischen Anfangsgeschwindigkeit und Bremsweg her. Nehmen Sie dabei an, dass der Bremsvorgang einer gleichmässig beschleunigten Bewegung entspricht.
- b) (siehe Seite 3)

- b) Vergleichen Sie die in der Fahrschule angegebene Formel mit derjenigen, die Sie in a) hergeleitet haben.  
Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die Fahrschul-Formel den Bremsweg korrekt oder in guter Näherung korrekt wiedergibt.
- Gedankenanstösse:  
- Nach welchem Kriterium soll die Korrektheit der Formel überprüft werden?  
- Hängt die Korrektheit der Formel von der Anfangsgeschwindigkeit ab?
6. Ein 5-jähriger Junge mit Masse 30 kg rutscht aus einer Höhe von 2.0 m eine Rutschbahn hinunter, die 45° zur Horizontalen geneigt ist. Das Ende der Bahn befindet sich 40 cm über dem Boden. Der Junge kommt mit einer Geschwindigkeit von 2.0 m/s am Ende der Bahn an.
- Diskutieren Sie diesen Vorgang unter dem Gesichtspunkt der Energieerhaltung.  
Belegen Sie Ihre Aussagen mit entsprechenden Berechnungen.
7. Oft wird darüber diskutiert, ob man auf Strassen innerorts Tempo 30 einführen soll oder nicht. Jemand macht zu diesem Thema die folgende Behauptung:  
"Wenn zwei Autos, die am Anfang 50 km/h und 30 km/h schnell fahren, auf gleicher Höhe eine Vollbremsung einleiten, dann hat das schnellere Auto an der Stelle, wo das langsamere zum Stillstand kommt, immer noch eine Geschwindigkeit von 40 km/h."
- Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob diese Aussage wahr oder falsch ist.
- Hinweise:  
- Nehmen Sie an, dass die Bremsbeschleunigungen beider Autos konstant und gleich gross sind.  
- Vernachlässigen Sie die Reaktionszeit, d.h. nehmen Sie an, dass beide Autos am gleichen Ort und zum gleichen Zeitpunkt mit der Vollbremsung beginnen.

### Wärme

8. Die Verpackung eines Milch-Glacéstengels trägt die Aufschrift "92 g, 118 cm<sup>3</sup>, 360 kJ"  
Sie nehmen einen solchen Glacéstengel aus der Gefriertruhe heraus und verzehren ihn sofort. Dabei wird das Material zum Schmelzen gebracht und auf Körpertemperatur erwärmt.
- a) Jemand stellt sich nun die Frage, bei welcher Temperatur man den Glacéstengel lagern müsste, damit der Energieaufwand für das Erwärmen und Schmelzen gerade seinem Nährwert entspräche.
- Stellen Sie ein vollständiges Gleichungssystem auf, welches die gesuchte Temperatur als Unbekannte enthält.
- b) Löst man das unter a) aufgestellte Gleichungssystem auf, so ergibt sich für die gesuchte Temperatur ungefähr - 1600 °C.
- Beurteilen Sie dieses Ergebnis im Hinblick auf die Gegebenheiten der Natur.

## Lösungen

1.

### ANTWORT: GEERDETE SCHALTUNG

Die Antwort ist: a. Wird die Schaltung an einer Stelle geerdet, hat das keine Wirkung auf sie. Die Elektronen bewegen sich von der negativen zur positiven Seite der Batterie. Würden sie in die Erde fließen, kämen sie in eine Sackgasse.

2.  $P_{el} = U \cdot I_Q$

$$R = \frac{U}{I_Q}$$

$$P_{elN} = U_N \cdot I_{QN}$$

$$R = \frac{U_N}{I_{QN}}$$

-----  
Bekannte:  $U = 110 \text{ V}$ ,  $P_{elN} = 1000 \text{ W}$ ,  $U_N = 220 \text{ V}$

Unbekannte:  $P_{el}$ ,  $I_Q$ ,  $R$ ,  $I_{QN}$   
-----

$$P_{el} = \frac{U^2}{U_N^2} P_{elN} = \frac{(110 \text{ V})^2}{(220 \text{ V})^2} 1000 \text{ W} = 250 \text{ W}$$

3. Bei einer elektrischen Hausinstallation sind alle elektrischen Anschlüsse parallel geschaltet. Aus den beiden Grundbeziehungen

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$R_{tot} = \frac{U}{I_{Qtot}}$$

folgt, dass die Stärke des elektrischen Gesamtstromes  $I_{Qtot}$  zunimmt, wenn ein weiteres elektrisches Gerät parallel angeschlossen bzw. eingeschaltet wird. Übersteigt  $I_{Qtot}$  einen bestimmten Wert, so brennt die Sicherung durch, und es fließt keine elektrische Ladung mehr.

4.

**ANTWORT: DIE FAHRRADFAHRER UND DIE BIENE** Die Antwort ist: b. Die Gesamtflugstrecke der Biene betrug 25 km. Die Aufgabe ist am einfachsten zu lösen, wenn man die beteiligte Zeit betrachtet. Es dauert eine Stunde, bis die Fahrradfahrer zusammenstoßen, da sie beide jeweils 10 km in einer Stunde zurücklegen. Also fliegt die Biene auch eine Stunde lang hin und her. Da ihre Geschwindigkeit 25 km/h beträgt, fliegt sie insgesamt 25 km. Wir stellen also wieder fest, daß die Zeit bei Geschwindigkeitsproblemen eine wichtige Rolle spielt.

5. a) Bezeichnungen:  
 $v_0$  = Anfangsgeschwindigkeit  
 $a_B$  = Bremsbeschleunigung  
 $t_B$  = Bremszeit  
 $s_B$  = Bremsweg

Gleichungssystem:

$$s_B = \text{Fläche im } v\text{-}t\text{-Diagramm} = \frac{v_0 \cdot t_B}{2}$$

$$0 = v_0 + a_B \cdot t_B$$

-----  
 Bekannte:  $v_0, a_B$

Unbekannte:  $s_B, t_B$   
 -----

$$s_B = -\frac{v_0^2}{2 \cdot a_B}$$

- b) Aus a) folgt, dass der Bremsweg  $s_B$  nicht nur von der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  sondern auch von der Bremsbeschleunigung  $a_B$  abhängt.  
 Die Fahrschul-Formel enthält die Bremsbeschleunigung  $a_B$  nicht ausdrücklich. Offensichtlich wird in der Fahrschul-Formel jedoch von einer bestimmten Bremsbeschleunigung ausgegangen. Diese könnte von der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  abhängen.

Vorgehen:

- Bestimmung der Bremsbeschleunigung, von welcher in der Fahrschul-Formel ausgegangen wird
- Beurteilung, ob diese Bremsbeschleunigung realistisch ist oder nicht

Gleichungssystem:

$$s_B = -\frac{v_0^2}{2 \cdot a_B}$$

$$\frac{v_0 / (\text{m/s}) \cdot 3.6^2}{10}$$

$$s_B / \text{m} = \frac{10}{2}$$

-----  
 Bekannte:  $v_0$

Unbekannte:  $s_B, a_B$   
 -----

$$a_B = -\left(\frac{10}{3.6}\right)^2 \text{ m/s}^2 = -8 \text{ m/s}^2 \text{ (unabhängig von } v_0)$$

Beurteilung:

Eine Bremsbeschleunigung von  $-8 \text{ m/s}^2$  kann höchstens auf trockener Fahrbahn erreicht werden. Aber auch dann ist  $-8 \text{ m/s}^2$  ein (betragsmässig) nahezu unrealistisch hoher Wert. Im Allgemeinen geht man von einer maximalen Bremsbeschleunigung von  $-5 \text{ m/s}^2$  aus.

Fazit:

Aus der Fahrschul-Formel resultiert ein zu kurzer Bremsweg, da von einer zu optimistischen Bremsbeschleunigung ausgegangen wird. Die Verwendung der Formel ist also in Frage zu stellen. Eventuell könnte man die Formel mit einer einfachen Korrektur ergänzen, damit ein realistischer Näherungswert für den Bremsweg resultiert.

6. Oben besitzt der Junge nur potentielle Energie. Beim Hinunterrutschen geht ein Teil der potentiellen Energie in kinetische Energie über. Der andere Teil wird dissipiert.

$$W_{G1} + W_{kin1} = W_{G2} + W_{kin2} + W_{th}$$

$$W_{G1} = mgh$$

$$W_{kin2} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$x = \frac{W_{th}}{W_{G1}}$$

---

Bekannte:  $W_{kin1} = 0 \text{ J}$ ,  $W_{G2} = 0 \text{ J}$ ,  $m = 30 \text{ kg}$ ,  $g = 10 \text{ N/m}$ ,  $h = 1.60 \text{ m}$ ,  $v = 2.0 \text{ m/s}$

Unbekannte:  $W_{G1}$ ,  $W_{kin2}$ ,  $W_{th}$ ,  $x$

---

$$x = 1 - \frac{v^2}{2gh} = \frac{7}{8} = 87.5 \%$$

7.  $s_1 = s_2$

$$s_1 = \text{Fläche im v-t-Diagramm} = \frac{v_{10} \cdot t_1}{2}$$

$$s_2 = \text{Fläche im v-t-Diagramm} = \frac{(v_2 + v_{20}) \cdot t_2}{2}$$

$$0 = v_{10} + a \cdot t_1$$

$$v_2 = v_{20} + a \cdot t_2$$

---

Bekannte:  $v_{10} = \text{Anfangsgeschwindigkeit des langsameren Autos} = 30 \text{ km/h}$

$a = \text{Bremsbeschleunigung der beiden Autos}$

$v_{20} = \text{Anfangsgeschwindigkeit des schnelleren Autos} = 50 \text{ km/h}$

Unbekannte:  $s_1 = \text{Ganzer Bremsweg des langsameren Autos}$

$s_2 = \text{Bremsweg des schnelleren Autos bis zum Ort, wo das langsamere Auto zum Stillstand kommt}$

$t_1 = \text{Ganze Bremszeit des langsameren Autos}$

$v_2 = \text{Geschwindigkeit des schnelleren Autos am Ort, wo das langsamere Auto zum Stillstand kommt}$

$t_2 = \text{Bremszeit des schnelleren Autos bis zum Ort, wo das langsamere Auto zum Stillstand kommt}$

---

$$v_2 = \sqrt{v_{20}^2 - v_{10}^2} = 40 \text{ km/h. Die Aussage ist also richtig.}$$

8. a)  $W_a = W_{a1} + W_{a2} + W_{a3}$

$$W_{a1} = c_E \cdot m_E \cdot T_1$$

$$W_{a2} = q_s \cdot m_E$$

$$W_{a3} = c_M \cdot m_E \cdot T_2$$

$$T_1 = T_s - T_E = \text{s}^\circ \text{ E}$$

$$T_2 = T_K - T_s = \text{K}^\circ \text{ s}$$

---

Bekannte:  $W_a = 360 \text{ kJ}$ ,  $c_E$ ,  $m_E = 92 \text{ g}$ ,  $T_s = 0^\circ \text{ C}$ ,  $q_s$ ,  $c_M$  (  $c_W$  ),  $T_K = 37^\circ \text{ C}$

Unbekannte:  $W_{a1}$ ,  $W_{a2}$ ,  $W_{a3}$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $E$

- b) In der Natur gibt es keine Temperaturen unter  $-273^\circ \text{ C}$  (absoluter Nullpunkt).