

Repetitions-Übung 1 Elektrizität, Mechanik, Wärme

Aufgaben

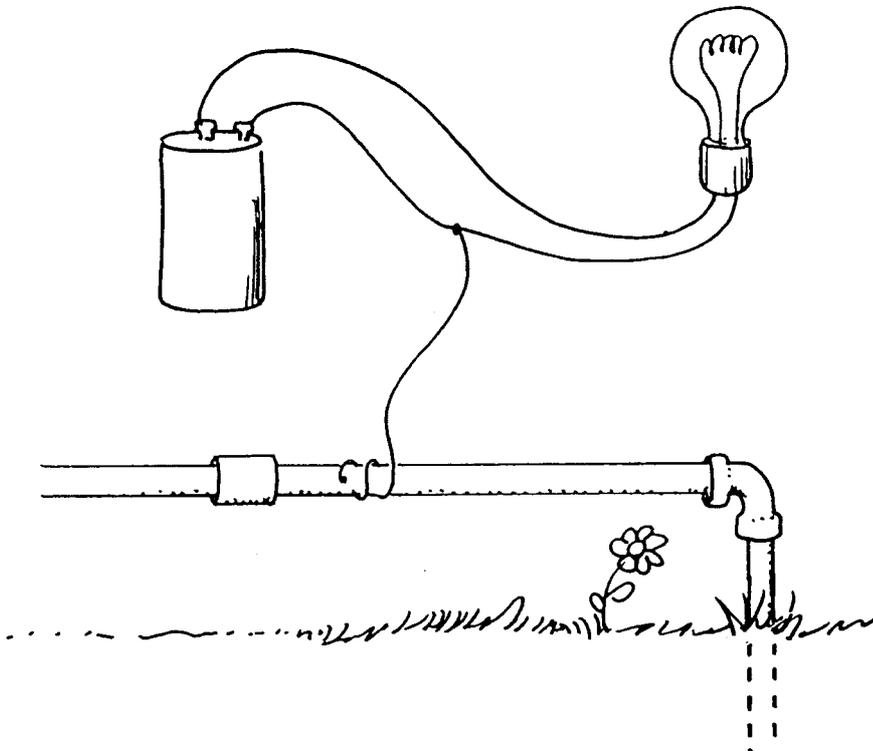
Elektrizität

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.

Hinweis:

Betrachten Sie den Haarföhn als ohm'schen Widerstand.

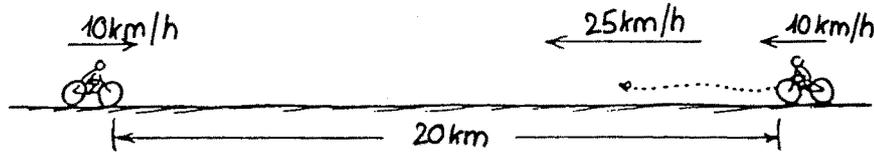
3. Sie heizen in der Übergangszeit Ihr Studierzimmer mit einem elektrischen Heizlüfter mit den Anschlussdaten 220 V / 1000 W. Weil es kalt ist, läuft der Heizlüfter auf der höchsten Stufe. Jetzt schalten Sie Ihren Computer und den Laserdrucker ein. Da fällt die Sicherung aus, und es wird auch noch finster 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 werden in der Fahrschule die folgenden Formeln zur Berechnung des Bremsweges (ohne Reaktionsweg) angegeben:

- bei "schlechten" Verhältnissen:

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

Bsp: Bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 80 km/h ergibt sich ein Bremsweg von 64 m:

$$\text{Bremsweg} / \text{m} = \left(\frac{80 \text{ km/h} / (\text{km/h})}{10} \right)^2 = \left(\frac{80}{10} \right)^2 = 64$$

- bei "normalen" Verhältnissen:

$$\text{Bremsweg} / \text{m} = \left(\frac{\text{Geschwindigkeit} / (\text{km/h})}{10} \right)^2 \cdot \frac{3}{4}$$

Bsp: Bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 80 km/h ergibt sich ein Bremsweg von 48 m:

$$\text{Bremsweg} / \text{m} = \left(\frac{80 \text{ km/h} / (\text{km/h})}{10} \right)^2 \cdot \frac{3}{4} = \left(\frac{80}{10} \right)^2 \cdot \frac{3}{4} = 48$$

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

(Fortsetzung auf der Seite 3)

Sie werden als Expertin bzw. Experte beigezogen und haben den Auftrag, die Formeln 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 den zur Diskussion stehenden Fahrschul-Formeln - eine Beziehung zwischen Anfangsgeschwindigkeit und Bremsweg her. Nehmen Sie dabei an, dass der Bremsvorgang einer gleichmässig beschleunigten Bewegung entspricht.
- b) Vergleichen Sie die in der Fahrschule angegebenen Formeln mit derjenigen, die Sie in a) hergeleitet haben.
Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob die Fahrschul-Formeln den Bremsweg korrekt oder in guter Näherung korrekt wiedergeben

Gedankenanstösse:

- Nach welchem Kriterium soll die Korrektheit der Formel überprüft werden?
- Hängt die Korrektheit der Formeln 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 cm³, 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 Gesamtladungsstromes 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. (siehe Seite 5)

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

Gleichungssystem:

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

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

 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-Formeln enthalten die Bremsbeschleunigung a_B nicht ausdrücklich. Offensichtlich wird in den Fahrschul-Formeln jedoch von einer bestimmten Bremsbeschleunigung ausgegangen. Diese könnte von der Anfangsgeschwindigkeit v_0 abhängen.

Vorgehen:

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

Gleichungssystem:

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

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

 Bekannte: v_0, k ($k = 1$ bzw. $k = \frac{3}{4}$)

Unbekannte: s_B, a_B

$$a_B = -\frac{1}{2k} \left(\frac{10}{3.6}\right)^2 \text{ m/s}^2 \text{ (unabhängig von } v_0)$$

- bei "schlechten" Verhältnissen: $a_B = -4 \text{ m/s}^2$
- bei "normalen" Verhältnissen: $a_B = -5 \text{ m/s}^2$

Beurteilung/Fazit:

Im Allgemeinen rechnet man bei trockener und sauberer Strasse mit einer maximalen Bremsbeschleunigung von -5 m/s^2 . Die den Fahrschul-Formeln zu Grunde liegenden Bremsbeschleunigungen sind daher eher (zu) optimistisch.

6. (siehe Seite 6)

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} = Anfangsgeschwindigkeit des langsameren Autos = 30 km/h

a = Bremsbeschleunigung der beiden Autos

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

Unbekannte: s_1 = Ganzer Bremsweg des langsameren Autos

s_2 = Bremsweg des schnelleren Autos bis zum Ort, wo das langsamere Auto zum Stillstand kommt

t_1 = Ganze Bremszeit des langsameren Autos

v_2 = Geschwindigkeit des schnelleren Autos am Ort, wo das langsamere Auto zum Stillstand kommt

t_2 = 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) $W_a = W_{a1} + W_{a2} + W_{a3}$

$$W_{a1} = c_G \cdot m_G \cdot T_1$$

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

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

$$T_1 = T_s - T_G$$

Bekannte: $W_a = 360 \text{ kJ}$, c_G (c_W), $m_G = 92 \text{ g}$, $T_s = 273 \text{ K}$ ($\hat{=} T_s = 0 \text{ }^\circ\text{C}$), q_s , c_M (c_W), $T_2 = 37 \text{ K}$

Unbekannte: W_{a1} , W_{a2} , W_{a3} , T_1 , T_G

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