Studienkolleg an der RWTH Aachen

AT3 Physik (Kg) **2. Klausur** **24. Mai 2006**

Aufgabe 1:

Ein Flugzeug hat eine Eigengeschwindigkeit $v_{\mathrm{F}} = 500\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Es weht ein Wind aus Südwest mit einer Geschwindigkeit $v_{\mathrm{W}} = 90\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.
Welchen Kurs muss der Pilot steuern, damit das Flugzeug genau nach Westen fliegt? Wie groß ist dann die tatsächliche Fluggeschwindigkeit?

Aufgabe 2:

Ein Körper startet aus der Ruhe am oberen Ende einer schiefen Ebene und gleitet diese dann hinunter. Vom Fußpunkt der schiefen Ebene gleitet er horizontal weiter. Der Körper hat die Masse $m = 1{,}2\,\mathrm{kg}$, der Winkel der schiefen Ebene mit der Horizontalen ist $\alpha = 25^0$, die Länge der schiefen Ebene ist $l = 10\,\mathrm{m}$ und die Gleitreibungszahl beträgt $\mu = 0{,}18$.
a) Leiten Sie eine allgemeine Formel für die Beschleunigung a auf einer schiefen Ebene her. Welche Beschleunigung ergibt sich bei den gegebenen Daten?
b) Mit welcher Geschwindigkeit erreicht der Körper das Ende der schiefen Ebene? [Zur Kontrolle: $v \approx 7\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.]
c) In welcher Entfernung vom Fußpunkt der schiefen Ebene kommt der Körper in der Horizontalen zur Ruhe?
d) Wieviel Energie ist bei der gesamten Bewegung des Körpers durch Reibung als Wärme ‘verloren’ gegangen?

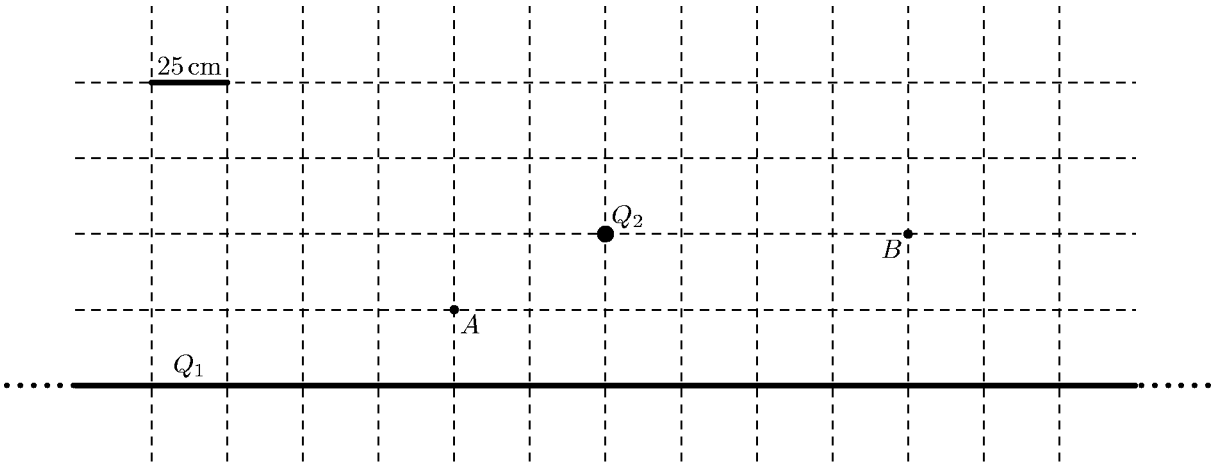
Aufgabe 3:

Ein Plattenkondensator besteht aus zwei quadratischen Platten von 20 cm Kantenlänge mit einem Abstand von 4 cm. In der Mitte zwischen den vertikal aufgestellten Platten hängt an einem 3 m langen dünnen Faden eine mit 20 pC geladene Metallkugel der Masse $m = 0{,}5\,\mathrm{g}$.

a) Der Kondensator wird an einer Spannungsquelle aufgeladen. Die Kugel nähert sich der positiven Platte um 3 mm. Wie groß sind die Spannung U der Quelle und die Ladung Q auf der positiven Platte?
b) Was geschieht mit der Kugel, wenn man bei angeschlossener Spannungsquelle die Platten um 2 cm auseinanderzieht?
c) Beantworten Sie die Frage b) nun für den geladenen, von der Spannungsquelle getrennten Kondensator.

Aufgabe 4:

Ein $l = 7\,\mathrm{m}$ langer Draht trägt eine positive Ladung $Q_1 = 70\,\mathrm{nC}$. Im Abstand $d = 50\,\mathrm{cm}$ vom Draht befindet sich eine punktförmige ebenfalls positive Ladung $Q_2 = 90\,\mathrm{nC}$ (siehe Skizze).



a) Markieren Sie in den Punkten A und B Richtung und Orientierung der Feldstärken $\vec{E}_1$ bzw. $\vec{E}_2$, die von den Ladungen Q_1 bzw. Q_2 erzeugt werden.

b) Ermitteln Sie rechnerisch Betrag und Richtung der Gesamtfeldstärke $\vec{E}$ im Punkt B der obigen Skizze.

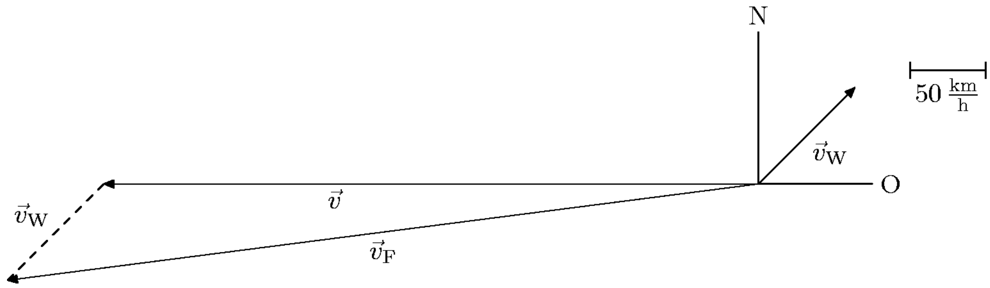
Feldstärke eines geladenen Drahtes: $E = \dfrac{Q}{2\pi\epsilon_0 l r}$,

Elektrische Feldkonstante $\epsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{Vm}}$.

Viel Erfolg!

2. Klausur — Lösungen

1) Der resultierende Geschwindigkeitsvektor $\vec{v}$ soll genau nach Westen weisen. Im skizzierten Dreieck mit den bekannten Seitenlängen v_F und v_W ist der Winkel zwischen v und v_W, also *gegenüber* v_F bekannt, und zwar gleich 135^0.



Dann folgt aus dem Sinussatz für den Winkel $\gamma = \angle(\vec{v}_F, \vec{v})$.

$$\frac{\sin\gamma}{v_W} = \frac{\sin 135^0}{v_F} \iff \sin\gamma = \frac{v_W}{v_F}\sin 45^0 = \frac{90}{500}\cdot\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}1273$$
$$\iff \gamma = \arcsin 0{,}1273 = 7{,}31^0 \ \vee\ \gamma = (180 - 7{,}31)^0 = 172{,}69^0$$

Wegen des Winkelsummensatzes kommt der stumpfe Winkel nicht in Frage. Der Pilot muss also von der Westrichtung um einen Winkel von $7{,}31^0$ nach Süden abweichend steuern.
Die tatsächliche Fluggeschwindigkeit kann man ebenfalls mit dem Sinussatz ermitteln:

$$\frac{v}{v_W} = \frac{\sin(180^0 - 135^0 - 7{,}31^0)}{\sin(7{,}31^0)} \iff v = v_W\cdot\frac{\sin 37{,}69^0}{\sin 7{,}31^0} = 432{,}29\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}\,.$$

2) a) Die Hangabtriebskraft des Körpers beträgt $F_\mathrm{H} = mg\cdot\sin\alpha$. Die Reibungskraft ergibt sich aus der Normalkraft: $F_\mathrm{R} = \mu F_\mathrm{N} = \mu mg\cdot\cos\alpha$. Die beschleunigende Kraft ist also

$$F = F_\mathrm{H} - F_\mathrm{R} = mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha$$

und die Beschleunigung daher

$$a = \frac{F}{m} = (\sin\alpha - \mu\cos\alpha)\cdot g\,.$$

Hier ergibt sich konkret

$$a = (\sin 25^0 - 0{,}18\cos 25^0)\cdot g = 0{,}259\cdot g = 2{,}55\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

b) Für die 10 m benötigt der Körper die Zeit t:

$$\frac{1}{2}at^2 = l \iff t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{20\,\mathrm{m}}{2{,}55\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = 2{,}8\,\mathrm{s}\,.$$

Dabei erreicht der Körper die Geschwindigkeit

$$v = at = 2{,}55\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 2{,}8\,\mathrm{s} = 7{,}14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

Alternativ:

$$2al = v^2 - v_0^2 = v^2 \iff v = \sqrt{2al} = \sqrt{2 \cdot 2{,}55\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 10\,\mathrm{m}} = 7{,}14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

c) Die Bremskraft in der Horizontalbewegung ist die Gleitreibungskraft

$$F = F_{\mathrm{R}} = \mu F_{\mathrm{G}} = \mu m g\,,$$

die Bremsverzögerung beträgt hier daher

$$a_2 = \frac{F}{m} = \mu g = 1{,}77\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

Der Bremsweg s_2 von der Geschwindigkeit v bis zum Stillstand ergibt sich dann aus

$$2a_2 s_2 = v^2 - v_0^2 = v^2 \iff s_2 = \frac{v^2}{2a_2} = \frac{(7{,}14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}})^2}{2 \cdot 1{,}77\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = 14{,}42\,\mathrm{m}\,.$$

d) Die gesamte zu Beginn vorhandene potentielle Energie wurde durch Reibung ‘verbraucht’. Diese betrug

$$W_{\mathrm{pot}} = mgh = mgl\sin\alpha = 1{,}2\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 10\,\mathrm{m} \cdot \sin 25^0 = 49{,}75\,\mathrm{J}\,.$$

3) a) Für den Winkel α, um den sich der Faden aus der Vertikalen entfernt, gilt

$$\sin\alpha = \frac{3\,\mathrm{mm}}{3000\,\mathrm{mm}} = 10^{-3}\,.$$

Da dieser Wert (deutlich) kleiner ist als 0,1, gilt $\sin\alpha \approx \tan\alpha$. Man erhält so für die elektrische Feldkraft $F_{\mathrm{el}} = Eq$

$$\frac{Eq}{mg} = \tan\alpha \approx \sin\alpha = 10^{-3}$$

$$\iff E = 10^{-3}\frac{mg}{q} = 10^{-3} \cdot \frac{0{,}5 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}}{20 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{C}} = 245{,}25 \cdot 10^3\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}\,.$$

Aus der Feldstärke des (homogenen) Feldes im Plattenkondensator erhalten wir

$$U = Ed = 245{,}25 \cdot 10^3\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}} \cdot 4 \cdot 10^{-2}\,\mathrm{m} = 9810\,\mathrm{V}$$

und

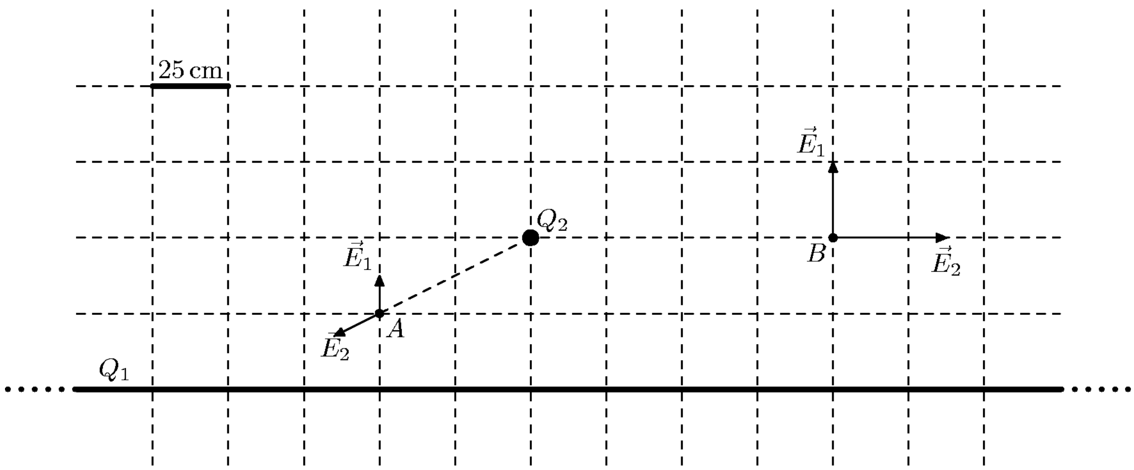
$$Q = A \cdot \sigma = A \cdot \epsilon_0 E = 0{,}2^2\,\mathrm{m}^2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{Vm}} \cdot 245{,}25 \cdot 10^3\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}} = 86{,}82\,\mathrm{nC}\,.$$

b) Bei zunehmendem Plattenabstand d und konstanter Spannung U sinkt die Feldstärke $E = \frac{U}{d}$ und damit die Feldkraft $F_{\text{el}} = Eq$. Der Ausschlag Δs der Kugel sinkt (umgekehrt proportional zum Plattenabstand d):

$$\frac{\Delta s}{l} = \sin\alpha \approx \tan\alpha = \frac{Eq}{mg} = \frac{qU}{mg} \cdot \frac{1}{d} \iff \Delta s = \frac{qUl}{mg} \cdot \frac{1}{d}\,.$$

Wächst der Plattenabstand von $d = 4\,\text{cm}$ auf $d = 6\,\text{cm}$, also mit dem Faktor $\frac{3}{2}$, so ändert sich Δs umgekehrt mit dem Faktor $\frac{2}{3}$, sinkt also von $3\,\text{mm}$ auf $2\,\text{mm}$.
c) Wenn die Ladung auf den Platten konstant ist, bleibt die Feldstärke konstant und damit auch die Feldkraft. Die Kugel behält ihre Position.

4) a) Da beide Ladungen positiv sind, weisen die Feldstärkevektoren von den Ladungen weg; $\vec{E}_1$ im rechten Winkel zum Draht und $\vec{E}_2$ radial mit Zentrum Q_2:



b) Wir berechnen die Feldstärken $\vec{E}_1$ und $\vec{E}_2$ im Punkt B. Der Abstand des Punktes B vom Draht ist $r_1 = 50\,\text{cm}$, der Abstand zu Q_2 beträgt $r_2 = 1\,\text{m}$. Damit sind die Feldstärken bei B:

$$E_1 = \frac{Q_1}{2\pi\epsilon_0 l r_1} = \frac{70\,\text{nC}}{2\pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{\text{C}}{\text{Vm}} \cdot 7\,\text{m} \cdot 0{,}5\,\text{m}} = 359{,}67\,\frac{\text{V}}{\text{m}}\,,$$
$$E_2 = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} = \frac{90\,\text{nC}}{4\pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{\text{C}}{\text{Vm}} \cdot (1\,\text{m})^2} = 809{,}26\,\frac{\text{V}}{\text{m}}\,,$$

Damit erhält man als Gesamtfeldstärke

$$E = \sqrt{359{,}67^2 + 809{,}26^2}\,\frac{\text{V}}{\text{m}} = 885{,}59\,\frac{\text{V}}{\text{m}}\,,$$

und der Winkel $\alpha = \angle(\vec{E}, \vec{E}_2)$ beträgt

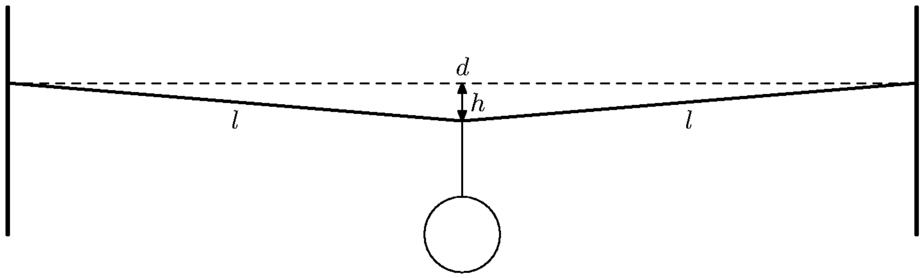
$$\tan\alpha = \frac{E_1}{E_2} = \frac{359{,}67}{809{,}26} = 0{,}44 \implies \alpha = \arctan(0{,}44) = 23{,}96^0\,.$$

Studienkolleg an der RWTH Aachen

AT3 Physik (Kg) **1. Klausur** **25. März 2006**

Aufgabe 1:

Auf den beiden Seiten einer Straße stehen die Häuser im Abstand $d = 20\,\text{m}$ voneinander. An den Häusern werden in gleicher Höhe zwei gleiche Seile befestigt, um eine Straßenlampe aufzuhängen. Die Seile hängen in der Mitte um die Höhe h durch und haben die Länge l (siehe Skizze).



a) Begründen Sie, warum beide Seile gleich stark belastet werden.
b) Wie groß ist die Belastung F der Seile, wenn der Durchhang $h = 1\,\text{m}$ und die Masse der Lampe $m = 30\,\text{kg}$ beträgt?
c) Zeigen Sie allgemein: Die Belastung der Seile verhält sich zum Gewicht der Lampe wie die Länge l der Seile zum doppelten Durchhang $2h$:

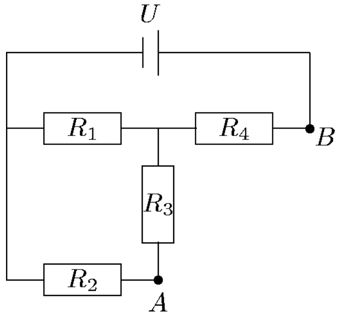
$$\frac{F}{mg} = \frac{l}{2h}\,.$$

Aufgabe 2:

Gegeben ist die nachstehend skizzierte Schaltung mit den Widerständen

$$R_1 = 300\,\Omega\,, \quad R_2 = 100\,\Omega\,, \quad R_3 = 50\,\Omega\,, \quad R_4 = 150\,\Omega\,.$$

Diese wird an eine Spannungsquelle mit $U = 50\,\text{V}$ angeschlossen.

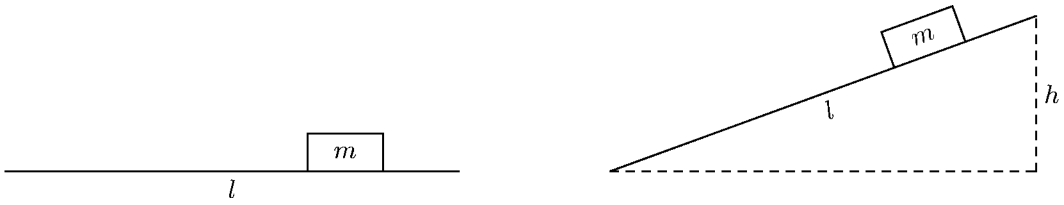


Bestimmen Sie
a) den Gesamtwiderstand und die Gesamtstromstärke,
b) den Spannungsabfall U_1 am Widerstand R_1 und die Stromstärke I_2 im Widerstand R_2.
c) Wie groß ist die Spannung U_{AB} zwischen den markierten Punkten?
d) Nun werden die Schaltpunkte A und B mit einem zusätzlichen Kabel direkt verbunden (kurzgeschlossen). Ergänzen Sie die Schaltskizze entsprechend. Auf welchen Wert ändert sich dadurch die Stromstärke I_2?

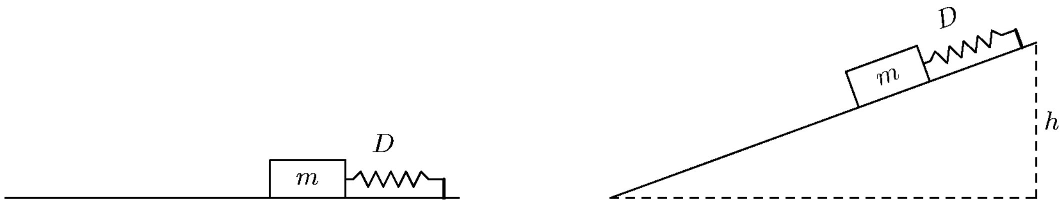
– bitte wenden –

Aufgabe 3:

Auf einem glatten Holzbrett der Länge $l = 2\,\mathrm{m}$ liegt ein Holzquader der Masse $m = 900\,\mathrm{g}$. Die Reibungskoeffizienten seien $\mu_{\mathrm{Gleit}} = 0{,}13$ und $\mu_{\mathrm{Haft}} = 0{,}21$.



a) Dieses Brett wird an einem Ende auf die Höhe $h = 40\,\mathrm{cm}$ angehoben. Bleibt der Quader liegen oder beginnt er zu rutschen?
b) Der Quader wird nun wie skizziert mit einer Feder der Federhärte $D = 0{,}5\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}$ an einem Haken befestigt. Die Feder ist in der horizontalen Lage entspannt (kräftefrei).



Nun wird das Brett auf die Höhe $h = 50\,\mathrm{cm}$ angehoben. Wie weit rutscht der Quader hinunter?

Aufgabe 4:

In der Heizspirale einer Spülmaschine wird elektrische Energie vollständig in Wärme umgewandelt. Dabei werden 8 l Wasser in 10 Minuten von 18^0 C auf 55^0 C erwärmt.

a) Wie groß muss die Leistung der Heizspirale sein?
b) Darf die Spülmaschine an den mit 10 A abgesicherten Stromkreis in der Küche angeschlossen werden?
c) Der Heizdraht besteht aus einer speziellen Legierung (spezifischer Widerstand $\rho = 0{,}43\,\frac{\Omega\mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}}$) und hat eine Länge von insgesamt 120 cm. Wie groß ist sein Durchmesser?

---

spez. Wärmekapazität von Wassser: $c = 4{,}2\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,K}}$.

1. Klausur — Lösungen

1) a) Da die Richtung der Seile symmetrisch zur Richtung der Gewichtskraft ist, müssen beide Seile gleich stark belastet werden. Es genügt daher ein Seil zu betrachten.
b) Die Seilkräfte zerlegen sich in 2 Komponenten F_y (nach unten) und F_x (vom Haus weg). Da die Richtung der Kraft die Richtung des Seils ist, verhalten sich die Komponenten wie die Maße des Seils, also

$$\frac{F_x}{F_y} = \frac{10}{1} \iff F_x = 10F_y\,.$$

Die beiden Seile halten zusammen das Gewicht der Lampe, also gilt

$$2F_y = mg \iff F_y = \frac{mg}{2} = 147{,}15\,\mathrm{N}\,.$$

Damit gilt

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{100+1}\cdot F_y = \sqrt{101}\cdot 147{,}15\,\mathrm{N} = 1478{,}84\,\mathrm{N}\,.$$

c) Da $\vec{F}$ die Richtung des Seiles hat, gelten folgende Proportionen

$$F : F_y = l : h\,,$$

und damit

$$F = \frac{l}{h}\cdot F_y = \frac{l}{h}\cdot\frac{mg}{2} \iff \frac{F}{mg} = \frac{l}{2h}\,.$$

2) a) Die Widerstände R_2, R_3 sind in Reihe geschaltet, also ist der Ersatzwiderstand $R_{23} = R_2 + R_3 = 150\,\Omega$.

$$R_1 \parallel R_{23} \implies \frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{300\,\Omega} + \frac{1}{150\,\Omega} = \frac{1}{100\,\Omega} \implies R_{123} = 100\,\Omega\,.$$

Dieser Widerstand ist wieder in Reihe mit R_4 geschaltet, so dass folgt

$$R_{1234} = R_{123} + R_4 = 250\,\Omega\,.$$

Damit ist der Gesamtstrom

$$I = \frac{U}{R} = \frac{50\,\mathrm{V}}{250\,\Omega} = 0{,}2\,\mathrm{A}\,.$$

b) Durch R_4 fließt der Gesamtstrom, also ist der Spannungsabfall an R_4 nach dem Ohmschen Gesetz

$$U_4 = R_4 I_4 = R_4 I = 150\,\Omega\cdot 0{,}2\,\mathrm{A} = 30\,\mathrm{V}\,.$$

Damit ist $U_1 = U - U_4 = 50\,\mathrm{V} - 30\,\mathrm{V} = 20\,\mathrm{V}$.
Der Spannungsabfall an R_1 und R_{23} ist identisch, also ist der Stromfluss durch R_{23}

$$I_2 = I_3 = I_{23} = \frac{U_{23}}{R_{23}} = \frac{20\,\mathrm{V}}{150\,\Omega} = \frac{2}{15}\,\mathrm{A} \approx 0{,}13\,\mathrm{A}\,.$$

c) Der Spannungsabfall zwischen A und B ist

$$U_{AB} = U - U_2 = U - R_2 I_2 = 50\,\mathrm{V} - 100\,\Omega \cdot \frac{2}{15}\,\mathrm{A} = (50 - 13{,}33)\,\mathrm{V} = 36{,}67\,\mathrm{V}\,.$$

d) Durch den Kurzschluss AB ist $U_{AB} = 0$ und die Spannung an R_2 gleich der Quellspannung U. Damit steigt der Strom I_2 auf

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{50\,\mathrm{V}}{100\,\Omega} = 0{,}5\,\mathrm{A}\,.$$

3) a) Die Hangabtriebskraft beträgt

$$F_H = \frac{h}{l} \cdot mg = 0{,}2 \cdot 0{,}9\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} \approx 1{,}77\,\mathrm{N}\,,$$

während die maximale Haftreibungskraft

$$F_{RH} = \mu \cdot mg\sqrt{1 - (\frac{h}{l})^2} = 0{,}21 \cdot \sqrt{1 - 0{,}2^2} \cdot 0{,}9\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} \approx 1{,}82\,\mathrm{N}$$

beträgt. Wegen $F_H < F_{RH}$ bleibt der Quader liegen.
[Natürlich spielen Masse und Ortsfaktor bei dieser Frage keine Rolle. Siehe auch c).]
b) Eine Erhöhung von h um 25% (von 40 auf 50 cm) erhöht auch die Hangabtriebskraft um 25%, also auf $F_H = 1{,}25 \cdot 1{,}77\,\mathrm{N} = 2{,}21\,\mathrm{N}$.
In diesem Falle beginnt der Quader zu rutschen, da die Haftreibungskraft bei größerem h unter den obigen Wert sinkt.
Die Gleitreibungskraft beträgt nun

$$F_{RG} = \mu_G \cdot mg\sqrt{1 - (\frac{h}{l})^2} = 0{,}13 \cdot \sqrt{1 - 0{,}25^2} \cdot 0{,}9\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} \approx 1{,}11\,\mathrm{N}\,.$$

Die resultierende Kraft ist dann

$$F_r = F_H - F_{RG} = (2{,}21 - 1{,}11)\,\mathrm{N} = 1{,}1\,\mathrm{N}\,.$$

Durch diese Kraft wird die Feder gedehnt und der Körper rutscht um die entsprechende Strecke hinunter:

$$F = Ds \iff s = \frac{F}{D} = \frac{1{,}1\,\mathrm{N}}{0{,}5\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}} = 2{,}19\,\mathrm{cm}\,.$$

c) Ist $n = \frac{h}{l}$ die Neigung der schiefen Ebene, so wirkt auf den Quader die Hangabtriebskraft $F_H = n \cdot mg$. Der Quader bleibt in Ruhe, solange F_H kleiner ist als die maximale Haftreibungskraft F_{RH} $(\mu = \mu_H)$:

$$\begin{aligned} F_H < F_{RH} &\iff mgn < \mu \cdot mg\sqrt{1-n^2} \\ &\iff n^2 < \mu^2(1-n^2) \iff n^2(1+\mu^2) < \mu^2 \\ &\iff n < \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\,. \end{aligned}$$

4) a) Wir berechnen

$$P = \frac{W}{t} = \frac{c \cdot m\Delta T}{t} = \frac{4{,}2\,\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg\,K}} \cdot 8\,\mathrm{kg} \cdot (55-18)\,\mathrm{K}}{10 \cdot 60\,\mathrm{s}} = 2{,}1\,\mathrm{kW}\,.$$

b) Bei dieser Leistung (und der haushaltsüblichen Spannung $U = 220\,\mathrm{V}$) beträgt die Stromstärke

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2{,}07\,\mathrm{kW}}{220\,\mathrm{V}} = 9{,}42\,\mathrm{A}\,.$$

Die Sicherung wird also nicht überlastet.
c) Der Widerstand der Heizspirale beträgt

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220\,\mathrm{V}}{9{,}42\,\mathrm{A}} = 23{,}36\,\Omega\,.$$

Damit gilt

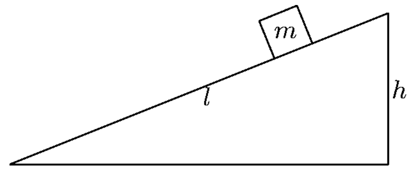
$$\begin{aligned} R = \rho\frac{l}{A} = \rho\frac{l}{\pi r^2} &\iff r = \sqrt{\frac{\rho l}{\pi R}} \\ \iff d = 2r = 2\sqrt{\frac{0{,}43\,\frac{\Omega\,\mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}} \cdot 1{,}2\,\mathrm{m}}{\pi \cdot 23{,}36\,\Omega}} &= 0{,}17\,\mathrm{mm}\,. \end{aligned}$$

Studienkolleg an der RWTH Aachen

AT3 Physik (Kg) **Test** **10. März 2006**

Aufgabe 1:

Gegeben ist eine metallene schiefe Ebene wie skizziert. Sie habe die Höhe $h = 0{,}9\,\mathrm{m}$



und die Länge $l = 3\,\mathrm{m}$. Auf sie wird ein Metallquader der Masse $m = 500\,\mathrm{g}$ gelegt.
a) Bestimmen Sie die Hangabtriebskraft F_H, die auf den Quader wirkt.
b) Wie groß ist die Normalkraft F_N, die der Quader auf die schiefe Ebene ausübt?
c) Bleibt der Metallquader liegen oder rutscht er die schiefe Ebene hinunter?

Aufgabe 2:

Ein Fön (Haartrockner) erwärmt Luft und wandelt dabei die gesamte elektrische Energie in Wärme um.

a) Der Fön soll pro Sekunde 10 l Luft von Zimmertemperatur 20^0 C auf 75^0 C erhitzen. Wie groß muss die Leistung des Föns mindestens sein?
b) Welchen Widerstand hat der Heizdraht des Föns während des Betriebes?

Reibungskoeffizienten Metall auf Metall: $\mu_{\mathrm{Gleit}} = 0{,}27$, $\mu_{\mathrm{Haft}} = 0{,}32$.

Dichte von Luft: $\rho_L = 1{,}2\,\dfrac{\mathrm{g}}{\mathrm{l}}$

spezifische Wärmekapazität von Luft: $c_L = 1\,\dfrac{\mathrm{J}}{\mathrm{gK}}$

AT3 Physik (Kg) **10. März 2006**

Test — Lösungen

1) a) Es ist

$$\frac{F_H}{F_G} = \frac{h}{l} \iff F_H = \frac{h}{l} \cdot mg = \frac{0{,}9}{3} \cdot 0{,}6\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} = 1{,}77\,\mathrm{N}\,.$$

b) Es ist

$$\frac{F_N}{F_G} = \sqrt{1 - \left(\frac{h}{l}\right)^2} \iff F_N = \sqrt{1 - \left(\frac{h}{l}\right)^2} \cdot mg = \sqrt{1 - 0{,}3^2} \cdot 0{,}6\,\mathrm{kg} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}} = 5{,}61\,\mathrm{N}\,.$$

c) Wir vergleichen die Hangabtriebskraft F_H mit der Haftreibungskraft

$$F_R = \mu_{\mathrm{Haft}} \cdot F_N = 0{,}28 \cdot 5{,}61\,\mathrm{N} = 1{,}57\,\mathrm{N}\,.$$

Wegen $F_H > F_R$ rutscht der Quader die schiefe Ebene hinunter.

2) a) Es ist

$$P = \frac{W}{t} = \frac{c_L \cdot m\Delta T}{t} = \frac{c_L \rho_L V \Delta T}{t} = \frac{1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{g\,K}} \cdot 1{,}2\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{l}} \cdot 10\,\mathrm{l} \cdot (75 - 20)\,\mathrm{K}}{1\,\mathrm{s}} = 660\,\mathrm{W}\,.$$

b) Es gilt

$$P = UI = \frac{U^2}{R} \iff R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220\,\mathrm{V})^2}{660\,\mathrm{W}} = 73{,}33\,\Omega\,.$$