Halbfinale

PHYSIKSOLYMPIAD
LËTZEBUERG 2017

5 Aufgaben: 20 Punkte pro Aufgabe

Benutze:
$g = 10$ m/s^2
Volumen einer Kugel: $\frac{4}{3}\pi r^3$
Oberfläche einer Kugel: $4\pi r^2$
Oberfläche einer Scheibe: πr^2
Erdradius: 6400 km
Dichte des Wassers: 1000 kg/m^3
Normaldruck: 101,3 kPa
Avogadro-Konstante: $6,02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}
Elementarladung: $1,60 \cdot 10^{-19}$ C
Elektronenmasse: $9,11 \cdot 10^{-31}$ kg
Gaskonstante: $R = 8.314\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Zustandsgleichung idealer Gase: $pV = nRT$
Newtonsches Gravitationsgesetz: $F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r}$

Name:	Aufgabe 1

Aufgabe 1

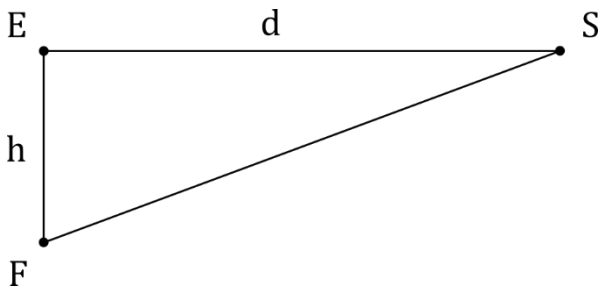
Die Erschütterungen eines Erdbebens im Mittelmeer werden von 3 Messstationen in Barcelona (Spanien), London (England) und Kairo (Ägypten) aufgefangen. Verdichtungswellen, sogenannte P-Wellen erreichen alle Messstationen vor Transversalwellen, sogenannten S-Wellen. P-Wellen breiten sich mit einer Geschwindigkeit von 7 km/s aus, während sich S-Wellen nur mit 3,5 km/s ausbreiten. In der folgenden Tabelle stehen die gesammelten Messwerte:

Station	P-Wellen	S-Wellen
Barcelona	7 h 29,8 min	7 h 31,7 min
London	7 h 31,0 min	7 h 33,7 min
Kairo	7 h 32,8 min	7 h 36,8 min

a) Das Epizentrum eines Erdbebens ist die Stelle auf der Erdoberfläche von der die Erschütterungen auszugehen scheinen. Finden Sie das Epizentrum auf der folgenden Karte indem Sie die Abstände des Epizentrums zu den drei Städten angeben.

b)

Der Ursprungpunkt F des Bebens befindet sich meistens in einer gewissen Tiefe h unter dem Epizentrum E.



Name:	Aufgabe 1

Die Magnitude M des Erdbebens beträgt 6 im Epizentrum und 5 im Punkt S. Die Magnitude eines Erdbebens ist gegeben durch: $\log E = 4{,}8 + 1{,}5 \cdot \log M$ wobei E die freigesetzte Energie in J ist. Die Strecke d beträgt 56km. Man gehe davon aus, dass sich die Energie die im Ursprung freigesetzt wird gleichermaßen in alle Richtungen ausdehnt. Es handelt sich also um Kugelwellen. Bestimme Sie die Tiefe h.

Lösung :

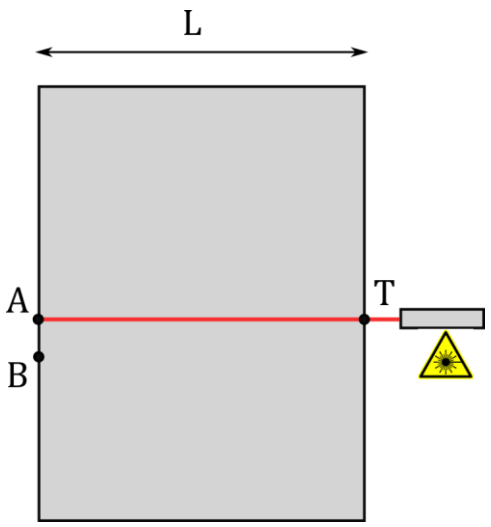
Name:	Aufgabe 1

Name:	Aufgabe 2

Aufgabe 2

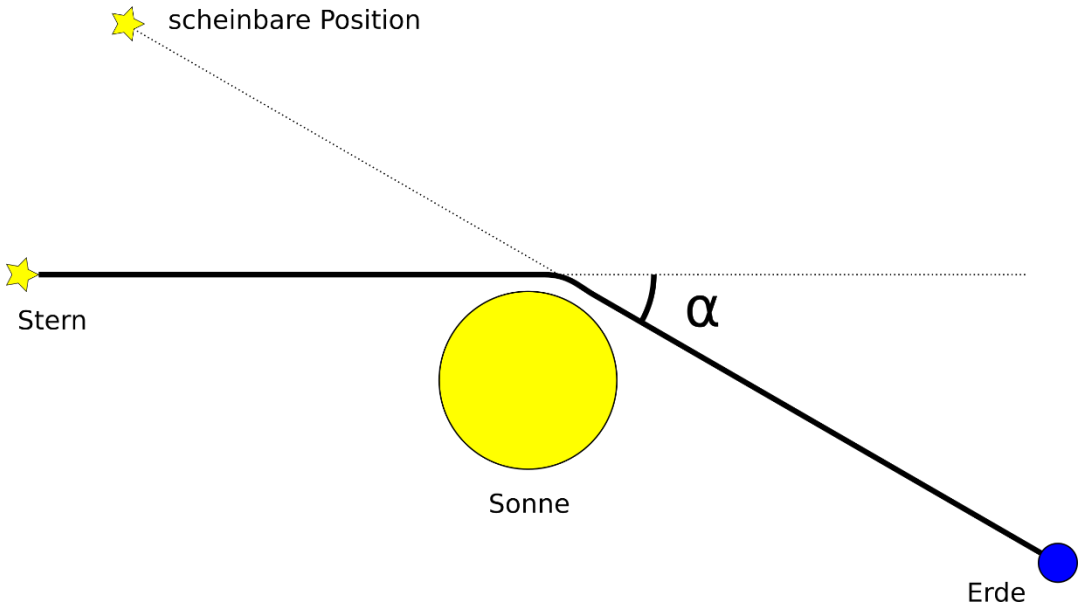
In der Physik werden die Wirkungen der Gravitation oft mit den Beobachtungen in einem beschleunigten Bezugssystem verglichen.

a) Eine Person steht in einem Aufzug im Stillstand. In der Seitenwand des Aufzugs befindet sich eine Öffnung T durch die ein Laser ein Lichtbündel waagerecht in den Aufzug senden kann. Der Laser ist außerhalb der Kabine im Schacht befestigt. Das Lichtbündel hinterlässt eine Spur auf der Innenseite des Aufzugs im Punkt A auf der gleichen Höhe wie T. Die Breite des Aufzugs beträgt L.



Der Aufzug beginnt schlagartig mit $a = g$ nach oben zu beschleunigen. In welchem Punkt B trifft das Lichtbündel nun auf die Innenseite? Die Lichtgeschwindigkeit beträgt 300000 km/s. Im Bezugsystem des Aufzugs, drücken Sie den Winkel $\alpha = \widehat{ATB}$ als Funktion von g, c, und L aus.

b) Streift der Lichtstrahl, der von einem Stern ausgesandt wurde, die Sonne, so wird er von dessen Gravitationsfeld umgelenkt.



Die Umlenkung α ist sehr gering. Man nehme an dass die Fallbeschleunigung der Sonne nur

Name:	Aufgabe 2

während einer Zeit $\frac{2R}{c}$, die der Durchlaufzeit eines Sonnendurchmessers entspricht, wirkt. Finden Sie eine Näherung von α als Funktion von G (Gravitationskonstanten), M (Sonnenmasse), R (Sonnenradius) und c (Lichtgeschwindigkeit). Schätzen Sie den Betrag von α ab. $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N^2m^2/kg^2$, $M = 2 \cdot 10^{30} kg$, $R = 7 \cdot 10^5 km$

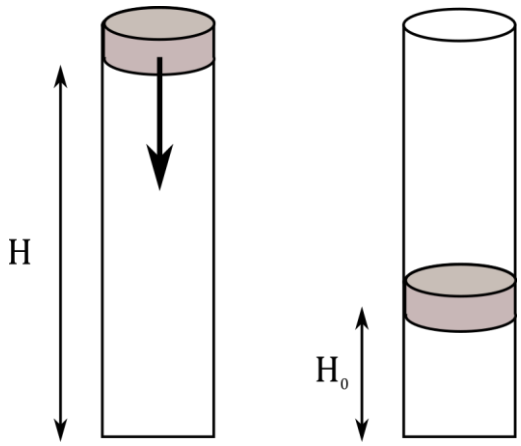
Solution :

Name:	Aufgabe 2

Name:	Aufgabe 3

Aufgabe 3

Eine Scheibe der Masse m wird in einem zylinderförmigen Rohr der Höhe H fallengelassen. Dazu wird die Scheibe, die exakt den gleichen Durchmesser wie das Rohr hat, in die Öffnung geschoben und losgelassen. Eine gewisse Menge Luft ist dadurch in dem durch die Scheibe verschlossenen Rohr eingeschlossen. Vernachlässigen Sie die Reibung zwischen der Scheibe und dem Rohr. Auf der offenen Seite des Rohrs herrscht der atmosphärische Druck.



a) Welcher Luftdruck P_0 herrscht in dem Rohr, wenn die Scheibe sich stabil in einer Höhe H_0 befindet?

b) Nachdem die Scheibe sich stabilisiert hat, kann sie durch einen leichten Druck in Schwingungen einer Amplitude x um ihre Gleichgewichtslage versetzt werden. Bestimmen Sie die Periode T dieser Schwingung unter der Annahme, dass die Temperatur während der Schwingung konstant bleibt, und dass $x << H_0$ gilt.

c) Ist die Schwingung der Scheibe harmonisch, d.h. ist die Rückstellkraft proportional und entgegengesetzt zur Verschiebung?

Es seien die Fläche S der Scheibe, der Atmosphärendruck P_{atm}, sowie die Masse m der Scheibe gegeben. Die Luft wird als ideales Gas betrachtet.

Bemerkung: Man kann nähern $(1+y)^n \approx 1 + ny$ falls $y \ll 1$. Des Weiteren kann y^2 im Verhältnis zu y vernachlässigt werden, wenn $y << 1$ gilt.

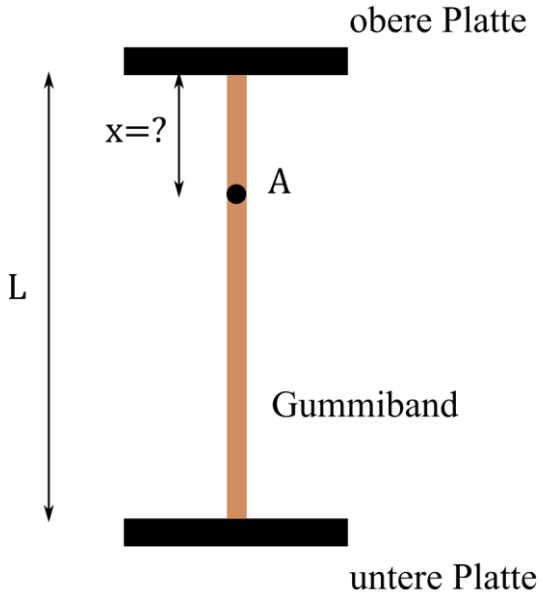
Solution :

Name:	Aufgabe 3

Name:	Aufgabe 4

Aufgabe 4

Ein sehr leichtes Gummiband ist, wie abgebildet, senkrecht zwischen zwei horizontalen Platten, die einen festen Abstand von L=40 cm voneinander haben, eingespannt. Das Gummiband verhält sich bei Dehnung wie eine Feder mit einer Federkonstante von 1,0 N/cm. Zieht man an einem Punkt A des Gummibandes senkrecht nach unten, so verschiebt sich der Punkt A nach unten.



a) Bevor am Punkt A gezogen wird, ist das Gummiband der Länge L entspannt, also noch nicht gedehnt. Bestimmen Sie, welchen anfänglichen Abstand x zur oberen Platte der Punkt A haben muss, damit er sich bei einer aufgewendeten Kraft von $F = 15\ N$ möglichst weit verschiebt. Geben Sie in diesem Falle die Verschiebung Δx von Punkt A an.

b) Das entspannte Gummiband hat nun eine deutlich kleinere Länge als L, d.h. es ist anfänglich schon kräftig gespannt und gedehnt. Bestimmen Sie den entsprechenden Abstand x und die Verschiebung Δx, immer noch für den Fall wo A sich bei einer aufgewendeten Kraft von $15\ N$ möglichst weit verschiebt.

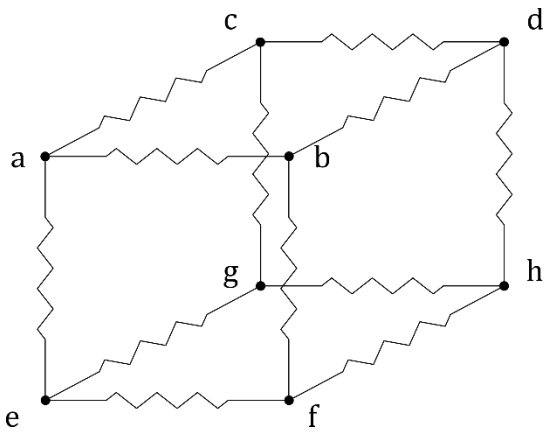
Solution :

Name:	Aufgabe 4

Name:	Aufgabe 5

Aufgabe 5

Eine Gruppe von 12 Widerständen ist wie im Bild gezeigt entlang der Kanten eines Würfels angeordnet. Die Ecken des Würfels werden mit *a*-*h* bezeichnet.



Der Widerstand zwischen je zwei Ecken sei wie folgt:

$$R_{ab} = R_{ac} = R_{ae} = 3{,}0$$

$$R_{cg} = R_{ef} = R_{bd} = 8{,}0\ \Omega$$

$$R_{cd} = R_{bf} = R_{eg} = 12{,}0\ \Omega$$

$$R_{dh} = R_{fh} = R_{gh} = 1{,}0\ \Omega$$

Wie groß ist der Widerstand zwischen den Punkten *a* und *h*?

Solution :

Name:	Aufgabe 5