1. Ein einfaches Spielzeug besteht aus einer Feder (**Federkonstante *D***), auf der am Fußpunkt einer schiefen Ebene (Neigungswinkel α zur Horizontalen) eine Masse ***M*** aufgelegt wird (das Eigengewicht der Feder kann vernachlässigt werden). Das Ziel ist es, die Masse an das Ende der schiefen Ebene zu befördern, indem man die Feder zunächst um eine Länge ***a*** kontrahiert und dann loslässt. Dort stößt die reibungsfrei gleitende Masse gegen einen leichtgängigen Schalter, der ein Lämpchen zum Leuchten bringt. Der Abstand des Lämpchens von der Masse bei entspannter Feder sei ***L***.

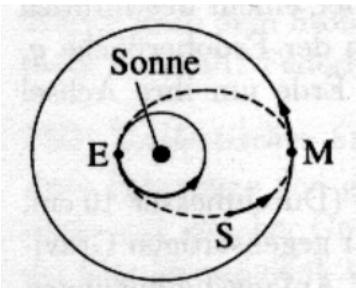
a) Fertigen Sie eine Skizze des Aufbaus an.
b) Um welche Länge ***a*** muss die Feder kontrahiert werden, damit das Lämpchen ausgelöst wird?

Hinweis: Wird die Feder kontrahiert, so ändert sich die Höhendifferenz.

2. Ein Satellit bewegt sich knapp über der Erdoberfläche.

a) Bewegt er sich schneller oder langsamer als der Mond?
b) Wie kann man das Geschwindigkeitsverhältnis durch das Radienverhältnis ausdrücken?
c) Wie verhalten sich die Perioden der Bahnbewegungen?
d) Bestimmen Sie die Umlaufdauer des Satelliten aus der des Mondes (**27 d**) und den Bahnradien $\boldsymbol{r_{EM}}$ **= 384000 km** und $\boldsymbol{r_{Sat}}$ **= 6370 km**! (*Lösung:* T = 1,405 h)

3. Von der Erde (E) wird in Richtung ihrer Bahnbewegung um die Sonne eine Sonde (S) zum Mars (M) gestartet (siehe untenstehende Skizze). Die Umlaufbahnen der beiden Planeten werden wegen ihrer geringen Exzentrizität näherungsweise als kreisförmig angenommen. Die Sonde bewegt sich entlang der gestrichelt gezeichneten Ellipse, deren große Achse gleich der Summe der Entfernungen Erde-Sonne (Perihelabstand $\boldsymbol{r_P = 1{,}5 \cdot 10^{11}}$ **m**) und Sonne-Mars (Aphelabstand $\boldsymbol{r_A = 2{,}28 \cdot 10^{11}}$ **m**) ist.



a) Berechnen Sie daraus die Flugdauer der Sonde! (*Lösung:* t = 258,5 d)
b) Wie groß muß die Einschußgeschwindigkeit der Sonde in die Umlaufbahn sein und wie groß ist die Geschwindigkeit, mit der die Sonde den Mars erreicht? Die Anziehungskraft von Erde und Mars soll bis dahin unberücksichtigt bleiben. (*Lösung:* v_0 = 32,7 kms^{-1}, v = 21,5 kms^{-1})

Bitte Seite wenden!

4. Ein Meteor hat im Perihel die Geschwindigkeit $\boldsymbol{v} = \mathbf{7 \cdot 10^4\ ms^{-1}}$ und den Abstand $\boldsymbol{r}_\mathbf{P} = \mathbf{5 \cdot 10^{10}\ m}$ von der Sonne.

a) Bestimmen Sie seinen Abstand von der Sonne und seine Geschwindigkeit im Aphel, sowie die Exzentrizität seiner Bahn! *(<u>Lösung</u>:* $r_A = 5{,}994 \cdot 10^{11}$ m, $v_A = 5{,}839 \cdot 10^3$ ms^{-1}, $\varepsilon = 0{,}846$*)*

b) Man zeige mittels einer Dimensionsbetrachtung, dass die Exzentrizität ε dimensionslos ist.

<u>Hinweis</u>: Die Sonnenmasse beträgt $M_S = 1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg.

5. Gegeben sei die Funktion $u(x,y) = y^3 - 3x^2 y$.
Berechnen Sie

a) $\vec{G}(x,y) = \vec{\nabla} u(x,y)$. *(<u>Lösung</u>:* $\vec{G} = -6xy \cdot \vec{e}_x + \left(3y^2 - 3x^2\right) \cdot \vec{e}_y$ *)*

b) $\vec{\nabla} \cdot \vec{G}(x,y)$ *(<u>Lösung</u>:* $\vec{\nabla} \cdot \vec{G}(x,y) = 0$ *)*

6. Ein **Elektron** bewege sich auf einer Kreisbahn mit dem Radius $\boldsymbol{r} = \mathbf{2 \cdot 10^{-10}\ m}$ um ein ruhendes Proton.

a) Wie groß ist die Geschwindigkeit $\boldsymbol{v}$ des Elektrons? *(<u>Lösung</u>:* $v = 1{,}12 \cdot 10^6$ ms^{-1}*)*

b) Wie groß sind die potentielle und die kinetische Energie des Elektrons? (*<u>Lösung</u>:* $E_{pot} = -7{,}2$ eV, $E_{kin} = 3{,}6$ eV*)*

c) Wieviel Energie ist notwendig, um das System zu ionisieren, d.h.: das Elektron in unendliche Entfernung zu bringen, wobei schließlich die kinetische Energie null wird? *(<u>Lösung</u>:* 3,6 eV)

*<u>Hinweis</u>: Kraft zwischen Elektron (*e*) und Proton (*p*): Coulomb-Kraft,*

$$F\,[\mathrm{N}] = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_e Q_p}{r^2}\,;$$

r: Abstand zwischen e und p; Q_e, Q_p*: Ladung von* e *und* p*;* ε_0*: Dielektrizitätskonstante. Man beschaffe sich die numerischen Werte dieser Größen aus der Literatur.*