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

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

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

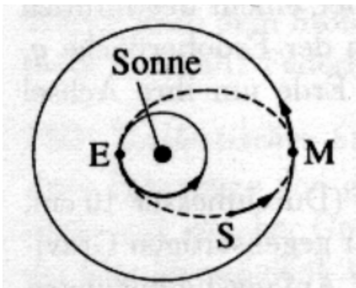
c) Wieviel Energie ist notwendig, um das System zu ionisieren, d.h.: das Elektron in unendliche Entfernung zu bringen, wobei schließlich die kinetische Energie null wird? *(Lösung: -3,6 eV)*

Hinweis: 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.

2. 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 des Mars soll bis dahin unberücksichtigt bleiben. *(Lösung: $v_0 = 32{,}7$ kms^{-1}, $v = 21{,}5$ kms^{-1})*

3. **Beliebige Kräfte und Arbeit. G**egeben sei die Kraft $\vec{F}(\vec{r}) = y \cdot \vec{e}_x + x^2 \cdot \vec{e}_y$.

➔ Man berechne die Arbeit (in beliebigen Einheiten), welche bei der Verschiebung vom Ursprung in den Punkt $P = (2, 4, 0)$

a) entlang der Geraden ($y = 2x$, $z = 0$) oder *(Lösung: 28/3)*

b) entlang des Parabelstückes ($y = x^2$, $z = 0$) *(Lösung: 32/3)*

verrichtet wird.

➔ Welche Aussage erlaubt das Ergebnis über das Kraftfeld?

Bitte Seite wenden!

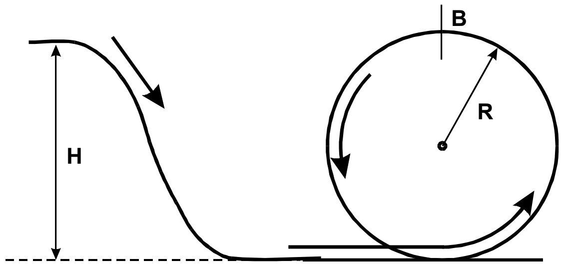
4. Ein Wagen der Masse $\boldsymbol{m}$ **= 250 kg** rollt die *abgebildete* Bahn herab.

a) Welche *Kräfte* wirken im Punkt ***B*** auf den Wagen?

b) Wie groß muß die Höhe ***H*** sein, damit der Wagen die Bahn *vollständig* durchläuft? *(<u>Lösung</u>:* $H \geq \frac{5}{2}R$)

c) Beschreiben Sie die Bewegung, falls der Wagen von einer Höhe, die kleiner als ***H*** ist, startet.

<u>Hinweis</u>: Die Wagenräder seien klein und sollen nur geringe Masse haben, sodaß ihre Drehbewegung vernachlässigt werden kann!



5. Ein einfaches Spielzeug besteht aus einer Feder (**Federkonstante** $\boldsymbol{D}$), auf der am Fußpunkt einer schiefen Ebene (Neigungswinkel α zur Horizontalen) eine Masse $\boldsymbol{M}$ 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 $\boldsymbol{a}$ 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 $\boldsymbol{L}$.

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

<u>Hinweis</u>: Wird die Feder kontrahiert, so ändert sich die Höhendifferenz.

(<u>Lösung</u>: $a = \frac{Mg}{D}\sin\alpha + \sqrt{\left(\frac{Mg}{D}\sin\alpha\right)^2 + \frac{2MgL}{D}\sin\alpha}$ *)*

c) Das Problem führt auf eine quadratische Gleichung. Man interpretiere die beiden Lösungen.

6. In einem Eisenbahnwaggon, der sich auf einer geraden Strecke mit $\mathbf{5\ ms^{-1}}$ bewegt, findet ein Frontalzusammenstoß zwischen einer **0,1 kg** schweren Masse (Geschwindigkeit: $\mathbf{1\ ms^{-1}}$ in Zugrichtung) und einer **0,05 kg** schweren Masse (Geschwindigkeit: $\mathbf{5\ ms^{-1}}$ gegen die Zugrichtung) statt. Beide Geschwindigkeiten sind **relativ** zum Zug gemessen. Nach dem Stoß ruht die 0,05 kg schwere Masse im **fahrenden** Zug.

a) Welche Geschwindigkeit hat die 0,1 kg schwere Masse nach dem Stoß? *(<u>Lösung</u>:* $-1{,}5\ \hat{x}\ \mathrm{ms^{-1}}$*)*
b) Wieviel kinetische Energie wurde umgewandelt? *(<u>Lösung</u>:* 83,3 % Verlust*)*

➔ Beschreiben Sie nun den Zusammenstoß vom Standpunkt eines Beobachters aus, der neben den Schienen steht.

c) Ist der Impuls erhalten?
d) Wieviel kinetische Energie geht, von diesem System aus gesehen, verloren?