KIT-Fakultät für Physik
Institut für Experimentelle Teilchenphysik
Dr. Matthias Schröder

Übungen zu Klassische Experimentalphysik I

Wintersemester 2019/20

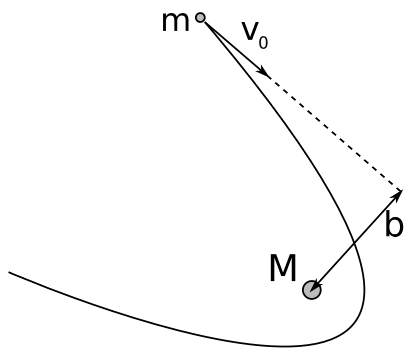
Übungsblatt Nr. 9

Abgabe bis 7.1.2020, 10:00

Bitte geben Sie Ihre Lösungen nur zusammen mit dem ausgefüllten Deckblatt ab, welches auf der ILIAS-Kursseite bereitgestellt ist; heften oder tackern Sie die Blätter zusammen. Bitte geben Sie nicht dieses Aufgabenblatt mit ab.

Aufgabe 1: Ein Meteoroid (6 Punkte)

Ein Meteoroid der Masse m fliege auf einen Planeten der Masse M zu. In großer Entfernung habe der Meteoroid die Geschwindigkeit v_0 und den Stoßparameter b.



a) Wie groß ist der kürzeste Abstand s zum Planeten als Funktion der Anfangsgeschwindigkeit, der Masse und des Stoßparameters?

b) Berechnen Sie s für $m = 500\,\text{kg}$, $v_0 = 10\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$, $b = 1000\,\text{km}$ und $M = 6 \cdot 10^{24}\,\text{kg}$.

c) Welche maximale Geschwindigkeit erreicht der Meteoroid?

Der Planet habe keine Atmosphäre.

Aufgabe 2: Mondabenteuer (6 Punkte)

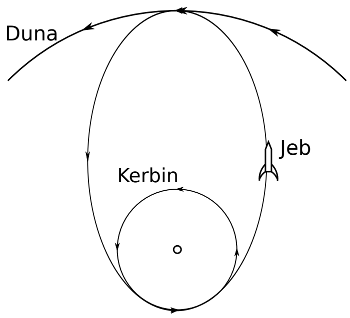
a) Der Durchmesser des Mondes beträgt 3476 km. Als Neil Armstrong den Mond betrat, merkte er, dass sein Gewicht nur noch dem 0,17-fachen seines „Erdgewichts" entsprach. Welche Masse hat der Mond?

b) Aufgrund einer falschen Umrechnung zwischen dem US-amerikanischen und dem metrischen Einheitensystem kommt es bei der ersten bemannten Marsmission zu einem folgenschweren Fehler: Die Crew landet auf dem Marsmond Deimos statt auf dem Mars selbst. Deimos hat eine Masse von $2 \cdot 10^{14}$ kg und einen Durchmesser von 13 km, sodass die Schwerkraft im Vergleich nicht sehr groß ist. Der erste Astronaut springt (waagerecht) aus dem Raumschiff, aber zu seiner Verwunderung landet er nicht sofort auf dem Boden sondern umrundet Deimos und trifft wieder auf das Raumschiff. Wie lange schwebt der Astronaut im Orbit?

(*Hinweis*: Berechnen Sie die Geschwindigkeit, bei der der Astronaut den Boden gerade nicht erreicht. Nehmen Sie an, Deimos sei kugelförmig!)

Aufgabe 3: Interplanetare Reise (8 Punkte)

Der Astronaut Jebediah Kerman möchte von seinem Heimatplaneten Kerbin zum weiter außen liegenden Planeten Duna reisen. Um Treibstoff zu sparen, beschleunigt er entlang des Orbits seines Heimatplaneten, solange bis er sich auf einer elliptischen Bahn befindet, die die Umlaufbahnen von Start- und Zielplanet berührt (siehe Zeichnung). Nach dem Manöver hat seine Rakete die Masse m.



Nehmen Sie an, dass sich die Planeten auf Kreisbahnen bewegen.

a) Zeigen Sie, dass Jebediah mit der Geschwindigkeit

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r_K(1 + \frac{r_K}{r_D})}}$$

losfliegen muss, um in die Bahn von Duna zu gelangen. Dabei seien r_K und r_D die Bahnradien von Kerbin bzw. Duna und M die Masse des Zentralgestirns. (*Hinweis*: Benutzen Sie Energie- und Drehimpulserhaltung!)

b) Zeigen Sie, dass die Gesamtenergie der Rakete gegeben ist durch

$$E_{\text{tot}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} = -\frac{G \cdot m \cdot M}{r_K + r_D} .$$

c) Benutzen Sie das Ergebnis aus b), um zu zeigen, dass die Geschwindigkeit der Rakete an einem beliebigen Punkt r der Bahn gegeben ist durch

$$v = \sqrt{2 \cdot G \cdot M \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_K + r_D} \right)} .$$