

Übungsblatt 5

Besprechung in der Woche vom 07.12.2020

Aufgabe 1

Energiegehalt. Vergleichen Sie den Energiegehalt eines Big Mac (<https://www.mcdonalds.com/de/de-de/product/big-mac-200020.html>) mit der verrichteten (rein) mechanischen Arbeit von folgenden Aktivitäten. Wir wollen bei allen Rechnungen Reibung und andere Verluste vernachlässigen. Sie können jeweils mit $m = 70$ kg oder mit Ihrer eigenen Körpermasse rechnen.

- Besteigen des 1838 m hohen Wendelsteins von der auf 792 m über NN gelegenen Talstation.
- Ausführung von 100 Liegestütz.
- Warum liegt der tatsächliche Energieverbrauch bei den Aktivitäten aus Teil a) und b) deutlich über der berechneten mechanischen Arbeit?

Aufgabe 2

Satelliten-Umlaufbahn. Die in der 5. Vorlesung erwähnte GRACE („Gravity Recovery And Climate Experiment“) Mission zur genauen Vermessung der Erdschwerkraft besteht aus zwei je 480 kg schweren Satelliten, die in 500 km Höhe über der Erdoberfläche in einem Abstand von 200 km die Erde umrunden. Hier wollen wir die Umlaufbahn eines der Satelliten näherungsweise betrachten. Sie können hier die Erde als perfekte und homogene Kugel nähern, so dass Sie die gesamte Erdmasse als im Zentrum der Kugel befindlich beschreiben können. Ausserdem können Sie die Erdrotation und Reibungskräfte vernachlässigen.

- Stellen sie eine Gleichung für stabile, kreisförmige Umlaufbahnen um die Erde auf. Geben sie einen Ausdruck für die Umlaufzeit T (d.h. die Zeit für eine vollständige Umrundung der Erde) als Funktion des Radiuses der Umlaufbahn an.
- Was ist die Umlaufzeit für einen Satelliten der GRACE Mission?
- Was ist die Bahngeschwindigkeit v für einen Satelliten der GRACE Mission?
- Spielt die Masse des Satelliten bei der Antwort in Teil b) und c) eine Rolle?

Aufgabe 3

Bungee-Jump. Ein 75 kg schwerer Bungee-Jumper springt von der 190 m hohen Europabrücke. Wir wollen im folgenden Reibung und die Masse des Bungee-Seils vernachlässigen. Beim Absprung lässt sich der Bungee-Jumper einfach von der Brücke fallen, so dass seine Anfangsgeschwindigkeit Null ist.

- a) Das (ungedehnte) Bungee-Seil habe eine Länge von 50 m, so dass der Springer zunächst 50 m frei fällt. Was ist seine Geschwindigkeit, wenn sich das Seil nach genau 50 m zu dehnen beginnt?
- b) Wie muss die Federkonstante des Seils gewählt werden, damit der Springer genau über der Wasseroberfläche des unter der Brücke fließendes Flusses (190 m unterhalb der Brücke) zum Stillstand kommt? Das gedehnte Seil kann als Hookesche Feder genähert werden.
- c) Wie groß ist die Beschleunigung, die auf den Springer am tiefsten Punkt des Sprunges wirkt?
- d) Zeichnen sie eine (qualitative) Skizze der Geschwindigkeit des Springers als Funktion der Zeit, vom Zeitpunkt des Absprungs bei $t = 0$ oben auf der Brücke bis zum Zeitpunkt, dass er den tiefsten Punkt erreicht.

Aufgabe 4

Mondlandung. Am 20.07.1969 landeten Astronauten auf dem Mond. Um dorthin zu kommen, sind sie mit der Saturn V Rakete unterwegs.

- a) Um die Erde zu verlassen, müssen sie mit der Saturn V die Fluchtgeschwindigkeit erreichen. Stellen Sie eine Formel für die Fluchtgeschwindigkeit auf und berechnen Sie v_{Flucht} für die Parameter der Erde.
- b) Auf dem Mond angekommen demonstrierten zwei Astronauten in einem berühmten Experiment den freien Fall. Hier ist der kurze Film (https://www.youtube.com/watch?v=5C5_d0EyAfk), bei dem ein Astronaut auf dem Mond einen Hammer und eine Feder aus gleicher Höhe fallen lässt. Für den freien Fall von Hammer und Feder gilt der mechanische Energiesatz. Nutzen Sie den mechanischen Energiesatz um eine Formel für die Endgeschwindigkeit aufzustellen, die Hammer und Feder kurz vor dem Aufschlag erreichen. Kommt Ihnen diese Formel bekannt vor?
- c) Nun wollen die Astronauten den Mond verlassen. Was ist die Fluchtgeschwindigkeit vom Mond (Hinweis: $m_{Mond} = 7,346 \cdot 10^{22}$ kg, $R_{Mond} = 1737$ km).