

Die erste Mondolympiade - Physik auf dem Mond

Einführung



In Zukunft (2030er Jahre) wird es auf dem Mond eine Mondbasis geben, wo Astronauten leben und arbeiten werden. Das Leben auf dem Mond unterscheidet sich dabei vom Leben auf der Erde in zwei wesentlichen Punkten: Die gravitative Anziehungskraft des Mondes ist geringer als auf der Erde, zudem sind Aufenthalte im Freien aufgrund der fehlenden Atmosphäre nur mit Raumanzügen möglich.

Da die Astronauten möchten ihre freien Tage nicht nur in der Mondbasis verbringen möchten, beschließen Sie, eine Mondolympiade außerhalb ihrer Basis auszurichten. Da alle Astronauten gut in Mathe und Physik sind, wissen Sie, dass die gravitative Anziehungskraft

$$F_G = M \cdot g_{Mond}$$

wesentlich kleiner wie auf der Erde ist, denn die Schwerebeschleunigung g , welche ein Maß für die Anziehungskraft eines Planeten oder Mondes ist, beträgt auf dem Mond nur $g_{Mond} = 1,625 \text{ m/s}^2$, auf der Erde jedoch $g_{Erde} = 9,81 \text{ m/s}^2$. Dies hat zur Folge, dass alle Objekte nur

$$\frac{g_{Mond}}{g_{Erde}} = 1/6,04 \approx 1/6$$

so schwer sind wie auf der Erde!

Deshalb halten die Astronauten Wettkämpfe in den Disziplinen Gewichtheben, Hochsprung sowie Weitwurf ab. Zudem beschließen die Astronauten einen Wettkampf im Laufen im Astronautenanzug abzuhalten.

Die erste Mondolympiade - Physik auf dem Mond

Aufgaben

Gewichtheben Die erste Disziplin der Mondolympiade ist Gewichtheben. Aufgrund der geringen Gewichtskraft des Mondes versuchen sich die Astronauten direkt an einem neuen Weltrekord im Gewichtheben:

- Der aktuelle Weltrekord im Gewichtheben auf der Erde ist 263 kg. Können die Astronauten den Weltrekord auf dem Mond überbieten?
- Der stärkste Astronaut schafft es in seinem Raumanzug eine Masse von 80 kg zu heben? Wie schwer ist diese auf dem Mond?

Tipp: Lies die Einleitung aufmerksam durch! Wie viel leichter ist ein Objekt auf dem Mond? Nützliche Größen: $g_{Erde} = 9,81 \text{ m/s}^2$, $g_{Mond} = 1,625 \text{ m/s}^2$



(Quelle: Welt)

Laufen Den Laufwettkampf halten die Astronauten im Freien ab, sodass alle Teilnehmer Raumanzüge tragen müssen. Aus Sicherheitsgründen muss die Laufstrecke so gewählt werden, dass der Sauerstoffvorrat im Raumanzug nicht zur Neige gehen kann.

- Der Sauerstoffvorrat hält bei normalem Atmen, was 8,5 l Sauerstoff pro Minute entspricht, 8 Stunden lang. Wie viel Liter Sauerstoff passen in den Anzugstank?
- Da der Lauf für die Astronauten anstrengend ist, beträgt der Sauerstoffverbrauch während des Wettrennens 12 l/min. Wie viel Sauerstoff verbrauchen die Astronauten bei einem zweistündigen Rennen?
- Aus Sicherheitsgründen darf der Tank nie mehr als halb leer sein während des Wettkampfs. Wie lange dürfen die Astronauten also maximal laufen? Beachte den Sauerstoffverbrauch wie in Aufgabenteil b) beschrieben!
- Wenn die Astronauten im Durchschnitt 3 km/h schnell laufen, wie lang darf die Strecke dann Maximal sein?

Hochsprung Zur Großen Überraschung der Astronauten springt im Hochsprungwettbewerb keiner 6 mal so hoch wie auf der Erde, obwohl die Mondanziehungskraft nur ein Sechstel der Erdanziehungskraft beträgt! Die physikbegeisterten Astronauten gehen das Problem mathematisch an und stellen zu ihrer Zufriedenheit fest, dass ihre Gleichung die gemessene Sprunghöhe vorraussagt! Die Gleichung lautet:

$$h_{\text{Sprung}} = \left(\frac{F}{M_{\text{Astronaut}} \cdot g} - 1 \right) \cdot s_{\text{Beschleunigung}} \quad (0.2)$$

Dabei bezeichnet h_{Sprung} die maximale Sprunghöhe, F die Sprungkraft sowie $M_{\text{Astronaut}}$ die Masse des Astronauten, g ist die Schwerkraftbeschleunigung. $s_{\text{Beschleunigungsweg}}$ beschreibt, wie tief der Astronaut vor dem Sprung in die Hocke geht.

Warum das so ist, ist mathematisch sehr kompliziert zu beschreiben! Vereinfacht ausgedrückt speichert ein Mensch wie eine Feder beim Zusammendrücken Energie in seinen Beinen, wenn er zum Sprung in die Hocke geht und sich dann am Boden abdrückt. Die gespeicherte Energiemenge ist allerdings nicht nur von der Sprungkraft des Astronauten abhängig, sondern auch von der gravitativen Anziehungskraft, die auf dem Mond bekanntlich geringer als auf der Erde ist. Dadurch steht dem Astronauten insgesamt weniger Energie für den Sprung auf dem Mond zur Verfügung als ein gleichkräftiger Sprung auf der Erde.

- a) Auf der Erde springt Astronaut mit einer Masse von 80 kg exakt 60 cm hoch, wenn er 30 cm in die Hocke geht beim Sprung. Berechne die Sprungkraft!

Die Formel zur Berechnung der Sprungkraft F lautet:

$$F = \left(\frac{h_{\text{Sprung}}}{s_{\text{Beschleunigung}}} + 1 \right) \cdot m \cdot g_{\text{Erde}}$$

Nützliche Größen: $g_{\text{Erde}} = 9,81 \text{ m/s}^2$

- b) Wie hoch springt der Astronaut mit der gleichen Sprungkraft wie in Aufgabenteil a) auf dem Mond? Der Astronaut wiegt auf dem Mond mit seinem Raumanzug zusammen 160 kg.

Tipp: Nutze die in der Aufgabenstellung beschriebene Gleichung für die Sprunghöhe! Beachte das der Astronaut mit seinem Anzug mehr wiegt! Falls du bei Aufgabenteil a) kein Ergebnis haben solltest, nimm als Sprungkraft für den Astronauten den Wert $F = 2350 \text{ kgm/s}^2 = 2350 \text{ N}$ an. Nützliche Größen: $g_{\text{Mond}} = 1,625 \text{ m/s}^2$

Weitwurf Der letzte Wettkampf der Mondolympiade ist der Weitwurf. Dazu steigen die Astronauten auf einen 200 Meter hohen Berg und werfen einen Ball so kräftig sie können waagrecht nach vorne weg. Die Flugkurve des Balls ist dabei durch die Gleichung

$$y(x) = h_{\text{Berg}} - \frac{g_{\text{Mond}}}{2 \cdot v_0^2} \cdot x^2 \quad (0.3)$$

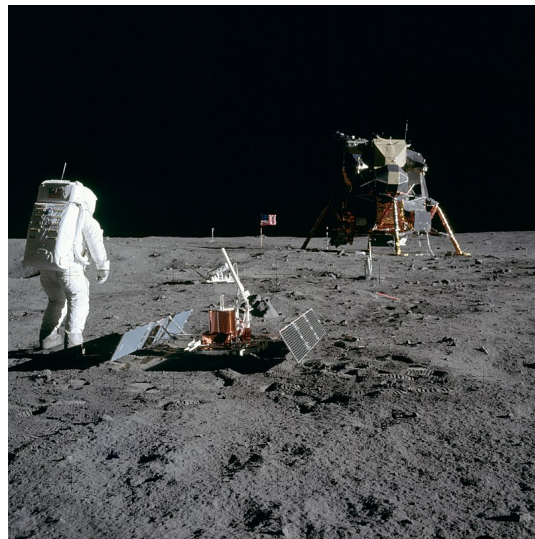
beschrieben, wobei h_{Berg} die Höhe des Berges und v_0 die Abwurfgeschwindigkeit ist. $y(x)$ gibt dann also die Höhe des Balls über dem Boden an, je nach dem wie weit der Ball schon nach vorne geflogen ist.

- Zeichne in ein Koordinatensystem schematisch den Flugverlauf des Balles ein!
- Ein Astronaut wirft den Ball mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 10 \text{ m s}^{-1}$ los. Wie hoch ist der Ball noch nach 10 m Flug in horizontaler Richtung?
- Die Wurfweite des Balls beträgt

$$x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_{Berg}}{g_{Mond}}}$$

Wie weit fliegt der Ball also, wenn der Astronaut den Ball wie in Aufgabenteil b) wirft?

Nützliche Größen: $g_{Mond} = 1,625 \text{ m/s}^2$



Astronaut Buzz Aldrin auf dem Mond im Jahre 1969. Quelle: Wikipedia, Apollo-Programm