

Aufgaben Astronomie Klasse 10 für die 26. und 27. Schulwoche

Thema 1: Der Erdmond

1. Löse die Arbeitsblätter zum Erdmond mit Hilfe des lilafarbenen Astro-Lehrbuches (Seiten siehe Anhang)!
2. Löse weiterhin die Aufgaben der Mondolympiade! (ESERO- Material)



Die Entstehung der Mondphasen

Jeder hat den Mond schon in unterschiedlichen Phasen gesehen – als Vollmond, als Halbmond, als schmale oder breite Sichel (Abb. 2, 3).

Entscheidend für die Entstehung der Mondphasen ist die Stellung von Sonne, Erde und Mond zueinander. Dabei ist wichtig:

- Der Mond ist wie auch die Erde kein selbst leuchtender Körper. Er wird von der Sonne beleuchtet und reflektiert einen Teil dieses Sonnenlichts. Wir sehen nur den Teil des Monds, der von der Sonne beleuchtet wird.
- Erde und Mond nehmen aufgrund ihrer Bewegungen unterschiedliche Positionen zur Sonne ein.

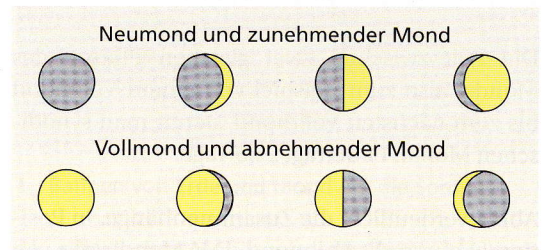
Auf den **Neumond** folgt der **zunehmende Mond**, dann der **Vollmond** und schließlich der **abnehmende Mond** (Abb. 1). Einer bestimmten Mondphase entspricht immer die gleiche relative Lage von Sonne, Erde und Mond zueinander. Sie ist stets nach Ablauf eines synodischen Monats erreicht. Vollmond ist immer dann, wenn Sonne, Erde und Mond in einer Richtung stehen.

Die Mondphasen kommen durch die unterschiedliche Stellung von Sonne, Erde und Mond zueinander zustande.

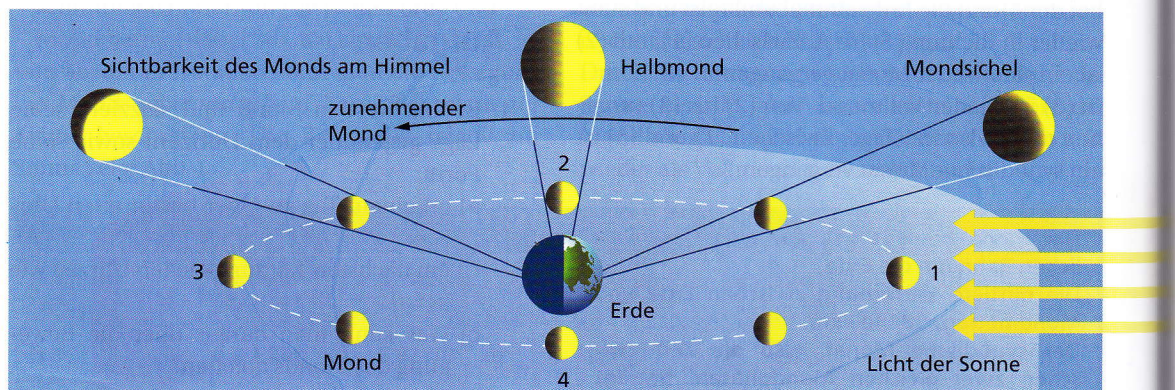
Die Zeitdauer zwischen zwei gleichen Mondphasen beträgt einen synodischen Monat (29,5 Tage).



2 Verschiedene Mondphasen



3 Überblick über die typischen Mondphasen



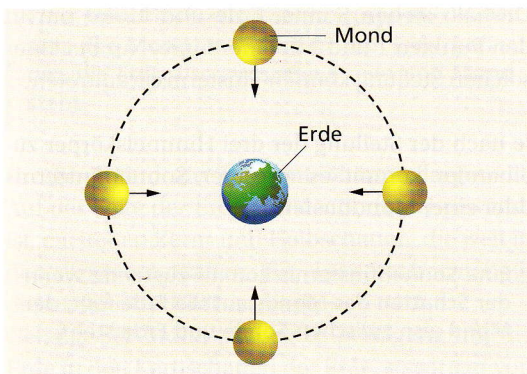
1 Die Entstehung und die Bezeichnung der Mondphasen: In Stellung 1 ist Neumond, in der Stellung 2 ist der Mond im ersten Viertel, in Stellung 3 ist Vollmond und in der Stellung 4 ist der Mond im letzten Viertel.

Die gebundene Rotation

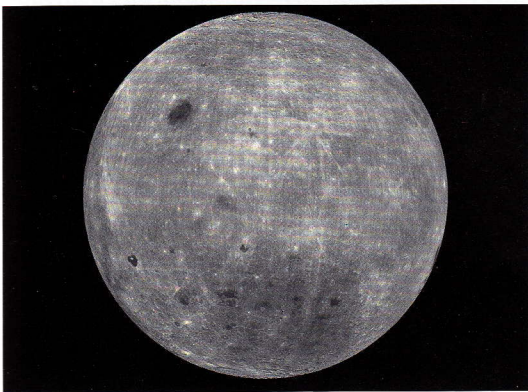
Beobachtet man den Mond in verschiedenen Nächten und zu verschiedenen Zeiten, dann ist festzustellen: Wir sehen immer nur den gleichen Oberflächenbereich des Mondes. Er zeigt uns immer dieselbe Seite.

Da sich der Mond aber um die Erde bewegt, ist diese Erscheinung nur so zu erklären: Während der Mond die Erde einmal umläuft, bewegt er sich genau ein Mal um seine Achse (Abb. 1). Eine solche Bewegung wird in der Astronomie **gebundene Rotation** genannt.

Der Mond führt eine gebundene Rotation aus. Wir sehen von der Erde aus immer nur dieselbe Seite des Mondes.



1 Von der Erde aus sieht man stets die gleiche Seite des Mondes.



2 Die Rückseite des Mondes, von einer Raumsonde fotografiert

Ebbe und Flut

An den Küsten der Ozeane und auch an der Nordseeküste lassen sich Ebbe und Flut beobachten. Etwa 6 Stunden nach dem höchsten Wasserstand, der Flut, erreicht der Wasserstand seinen niedrigsten Wert, die Ebbe (Abb. 3).

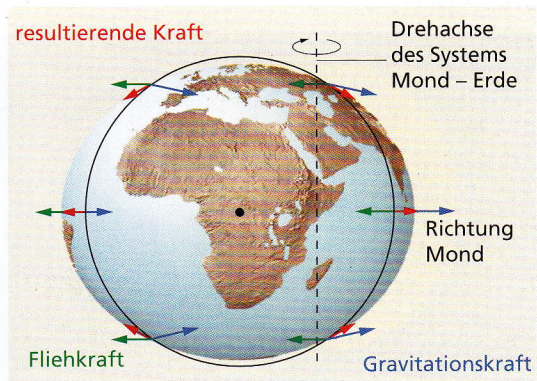
Ursache dafür ist die Anziehungskraft des Mondes auf die Wassermassen der Ozeane und Meere sowie die Bewegung von Erde und Mond um eine gemeinsame Drehachse.

Der Flutberg auf der dem Mond zugewandten Seite kommt zustande, weil das Wasser dort stärker angezogen wird als der Erdkörper.

Auf der dem Mond abgewandten Seite überwiegt die Fliehkraft und ruft einen zweiten Flutberg hervor.



3 Ebbe und Flut in Neuhaarlingersiel (Nordsee). Der Unterschied beträgt im Mittel 2–3 m.



4 Durch das Zusammenwirken von Gravitationskraft und Fliehkraft entstehen zwei Flutberge.

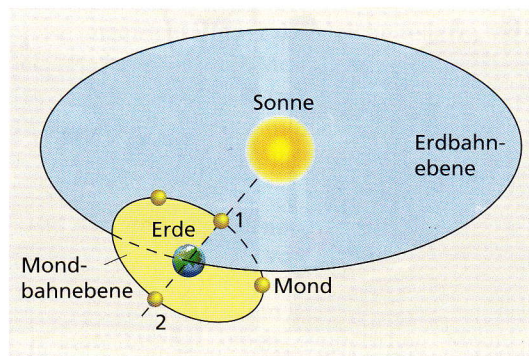
Sonnen- und Mondfinsternisse

Sonnen- und Mondfinsternisse sind beeindruckende Naturerscheinungen. Während Mondfinsternisse von einem Ort der Erde aus meist mehrere Male im Jahr zu beobachten sind, ist das bei Sonnenfinsternissen nicht der Fall. So war die letzte totale Sonnenfinsternis in Teilen Deutschlands am 11. August 1999 zu beobachten. Die nächste totale Sonnenfinsternis wird hier erst am 3. September 2081 zu beobachten sein.

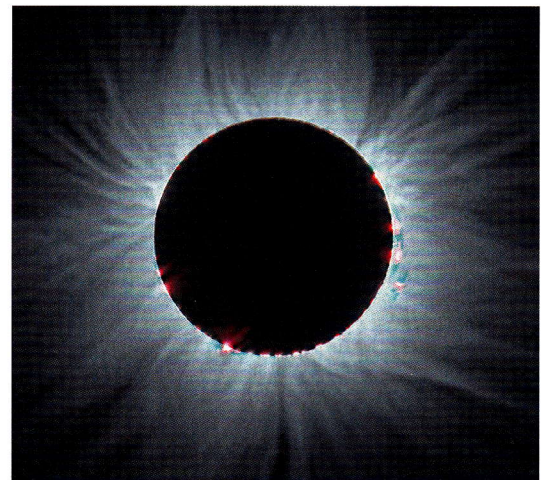
Wie kommt eine Sonnenfinsternis zustande?

Erde und Mond bewegen sich um die Sonne, die als ausgedehnte Lichtquelle Erde und Mond beleuchtet (Abb. 1).

Dabei ist zu beachten, dass die Erdbahnebene und die Mondbahnebene nicht zusammenfallen, sondern einen Winkel von 5° miteinander bilden.



1 Erdbahnebene und Mondbahnebene sind um 5° gegeneinander geneigt.



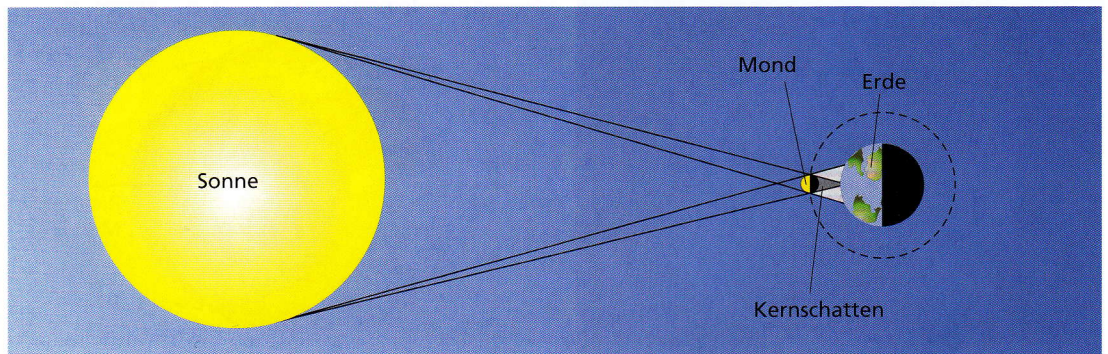
3 Eine totale Sonnenfinsternis: Gut zu sehen ist die leuchtende Korona.

Deshalb stehen Sonne, Erde und Mond nur in den Punkten 1 und 2 in einer Linie. Nur bei einer solchen Stellung können Finsternisse auftreten.

Je nach der Stellung der drei Himmelskörper zueinander kommt es zu einer Sonnenfinsternis oder einer Mondfinsternis.

Eine Sonnenfinsternis kommt zustande wenn der Schatten des Mondes auf die Erde fällt, der Mond also zwischen Sonne und Erde steht.

Der Mond befindet sich dann im Punkt 1 (Abb. 1). Im Bereich des Kernschattens beobachtet man eine **totale Sonnenfinsternis** (Abb. 2).



2 **Totale Sonnenfinsternis: Der Schatten des Mondes fällt auf die Erde, erzeugt dort aber nur einen kleinen Kernschatten und zwei Halbschatten.**

Aufgrund der Abstandsverhältnisse befindet sich nur ein kleiner Teil der Erdoberfläche im Bereich des kreisförmigen Kernschattens. Nur dort lässt sich eine totale Sonnenfinsternis beobachten. Aufgrund der Erdrotation wandert dieser Schatten über die Erdoberfläche. Deshalb beträgt die maximale Dauer einer Sonnenfinsternis für einen Ort auf der Erdoberfläche nur 7,6 min.

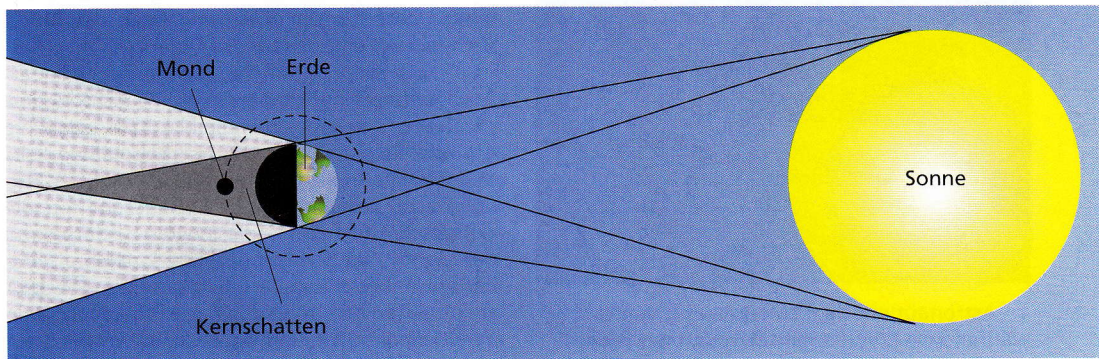
Befindet sich ein Beobachter im Bereich des Halbschattens des Monds, so ist für ihn die Sonne nur teilweise verdeckt. Er beobachtet eine teilweise oder **partielle Sonnenfinsternis**.

Die Bewegung des Monds um die Erde ist auch die Ursache für eine **Mondfinsternis**, die ebenfalls total oder partiell sein kann.

Eine Mondfinsternis kommt zustande, wenn sich der Mond im Schatten der Erde befindet, die Erde also zwischen Sonne und Mond steht.

In Abb.1 sind die Zusammenhänge dargestellt. Auf der Seite der Erde, die der Sonne abgewandt ist, entstehen Kern- und Halbschatten, die weit in den Weltraum reichen. Für einen Beobachter auf dieser Seite der Erde ist Nacht.

Gelangt der Mond bei seiner Bewegung um die Erde in den Kernschatten der Erde, so wird er von der Sonne nicht mehr beleuchtet, kann demzufolge auch kein Sonnenlicht reflektieren. Wir beobachten eine **totale Mondfinsternis**.



1 Totale Mondfinsternis: Der Mond befindet sich im Kernschatten der Erde. Befindet er sich nur teilweise im Kernschatten, so beobachtet man eine partielle Mondfinsternis.



2 Verschiedene Phasen einer Mondfinsternis, zusammengestellt in einem Bild

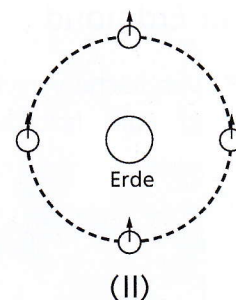
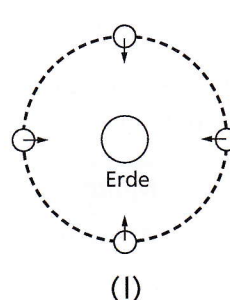
Tritt nur ein Teil des Monds in den Kernschatten der Erde, so ist die Mondfinsternis **partiell**.

Befindet sich der Mond im Halbschatten der Erde, so tritt in der Regel nur eine geringfügige Helligkeitsänderung auf.

Selbst bei einer totalen Mondfinsternis ist der Mond noch schwach sichtbar, meist in rötlicher Farbe (Abb.2, Mond Bildmitte oben). Ursache dafür ist das langwellige rote Licht der Sonne, das durch die Erdatmosphäre gebrochen wird und in den Bereich des Kernschattens gelangt. Der Blauanteil des Sonnenlichts wird dagegen durch die Erdatmosphäre stark gestreut und absorbiert. Da alle Erdbewohner auf der Nachtseite der Erde eine Mondfinsternis beobachten können, glaubte man irrtümlich, Mondfinsternisse wären generell häufiger als Sonnenfinsternisse.

51. Vergleiche beide Skizzen! Der Pfeil markiert einen festen Punkt der Mondoberfläche.

a) Bei welcher Skizze handelt es sich um die Darstellung der gebundenen Rotation?

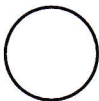
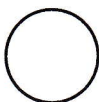


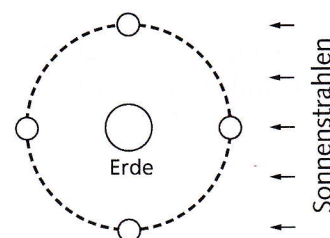
b) Welche Konsequenzen hat die gebundene Rotation für die Sichtbarkeit der Oberfläche des Mondes?

c) Kreuze alle Aussagen an, die gemeinsam die gebundene Rotation vollständig beschreiben!

Rotationsdauer > Umlaufdauer	
Rotationsdauer = Umlaufdauer	
Rotationsdauer < Umlaufdauer	
Drehrichtung: Rotation und Umlauf im gleichen Drehsinn	
Drehrichtung: Rotation und Umlauf im entgegengesetzten Drehsinn	

52. Markiere in der rechten Skizze die jeweilige Stellung des Mondes und zeichne die dazugehörige Lichtgestalt in die vorgegebenen Kreise!

- a Neumond  b zunehmender Mond
- c Vollmond  d abnehmender Mond



53. Vom Mond ist im Fernrohr eine Sichel in der dargestellten Form zu beobachten. Skizziere die Stellung von Erde, Sonne und Mond zueinander!

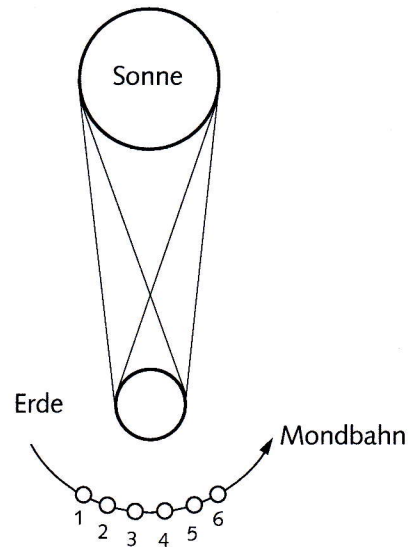


54. Ergänze die Skizze und markiere die Gebiete des Kernschattens und des Halbschattens der Erde!

- a) Bei welchen Stellungen des Mondes kann man eine partielle bzw. eine totale Mondfinsternis beobachten?

partielle Mondfinsternis:

totale Mondfinsternis:



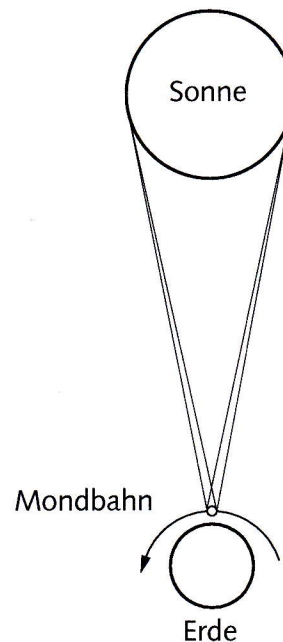
55. Ergänze die Skizze! Zeichne dazu den Kegel des Kernschattens und den Halbschatten des Mondes!

- a) An welchen Punkten der Erde kann man eine partielle bzw. eine totale Sonnenfinsternis beobachten? Zeichne die Punkte ein!

partielle Sonnenfinsternis: (1), (2)

totale Sonnenfinsternis: (3)

- b) Erläutere, wie dem Beobachter eine Sonnenfinsternis erscheint, wenn der Kernschattenkegel nicht die Erdoberfläche erreicht?



56. Vergleiche Sonnenfinsternis und Mondfinsternis miteinander! Nutze die Tabelle!

	Stellung von Sonne, Erde und Mond	Mondphase	Häufigkeit für einen festen Beobachtungsort
Sonnenfinsternis			
Mondfinsternis			

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: $g_{\text{Erde}} = 9,81 \text{ m/s}^2$, $g_{\text{Mond}} = 1,625 \text{ m/s}^2$



(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 Schwerebeschleunigung. $s_{\text{Beschleunigungsweg}}$ 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

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

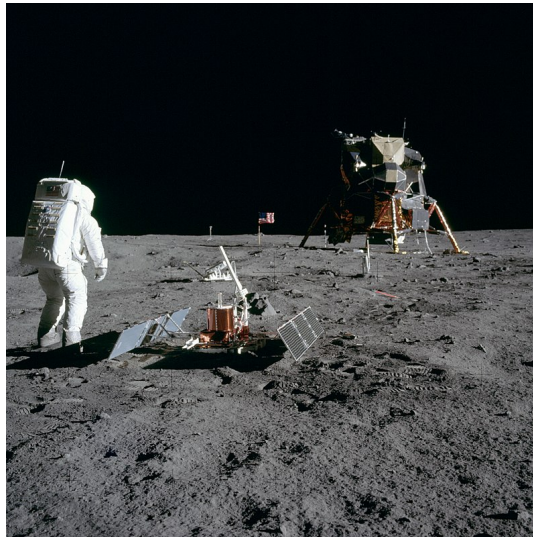
beschrieben, wobei h_{Berg} die Höhe des Berges und v_0 die Abwurfgeschwindigkeit ist. $y(x)$ gibt dann also die Höhe des Balls über dem Boden an, je nach dem wie weit der Ball schon nach vorne geflogen ist.

- 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