

LUST AUF MEHR?

Schwerkraft

Es geht abwärts – aber bitte schön geregelt

Lässt man verschiedene Gegenstände gleichzeitig aus ein und derselben Höhe fallen, landen sie aufgrund der Schwerkraft gleichzeitig auf dem Boden – nur der Luftwiderstand sorgt für kleine Abweichungen. Während einer Apollo-Mission wurde dies eindrucksvoll bewiesen, indem eine Feder und ein Hammer aus gleicher Höhe fallen gelassen wurden – und beide gleichzeitig auf dem Mondboden ankamen.

In unserem Experiment bewegen sich die Bälle auf der roten Bahn zusätzlich zur Fallbewegung noch mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten parallel zum Boden und damit senkrecht zur Schwerkraft. Es zeigt, dass die Schwerkraft davon völlig unbeein-

druckt bleibt, einzig die Flugweite wird für schnellere Bälle größer. In der Fallzeit, die ihnen von der Schwerkraft aufgezwungen wird, kommen sie schlichtweg weiter.

Das Ergebnis aus dieser Überlagerung von zwei Bewegungen, dem beschleunigten Fallen und dem Geradeausflug ist immer eine Parabel (Abb. 1).

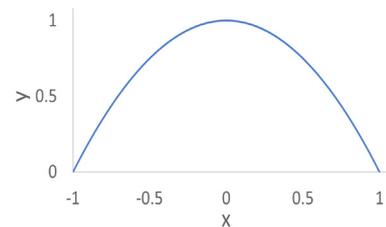


Abb. 1: Parabel ($y = -x^2 + 1$).

Schwerkraft in großem Maßstab

Die uns vertraute Schwerkraft F_g beruht auf einer einfachen Gesetzmäßigkeit: Jede Masse m_1 zieht andere Massen m_2 an und zwar immer stärker, je größer sie sind und je kleiner ihr Abstand r ist:

$$F_g = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Die Gravitationskonstante G gibt an, wie stark die Gravitation ist. Die Schwerkraft, die zwischen alltäglichen Gegenständen wirkt, ist freilich sehr gering. Wir merken nicht, wie stark uns ein Apfel anzieht. Die Kraft ist kleiner als das Gewicht eines

Staubkorns. Erst bei Objekten mit kosmischen Ausmaßen wird es wirklich interessant. In unserer nahen Umgebung ist die Erde die alles dominierende Masse – wir fühlen nur die Erdanziehung.

Im Weltall gibt die Gravitation den Ton an, weil es anders als bei der viel stärkeren elektrostatischen Kraft keine gravitative Abstoßung gibt. Die Schwerkraft summiert sich also über alle Massen im Universum und hält so Sterne, Sonnensysteme und Galaxien zusammen.

Eine kleine Geschichte der Schwerkraft

Es war ein spätsommerlicher Tag des Jahres 1665. Der 23-jährige Student und angehende Naturforscher Isaac Newton lag unter einem Apfelbaum im Garten des elterlichen Hauses in der englischen Grafschaft Lincolnshire. Wegen der Pest war die Universität Cambridge geschlossen worden. Isaac war darüber wenig begeistert, denn bei Mutter und Stiefvater fühlte er sich nicht sonderlich wohl. Seine Studien, die er auch zu Hause weiterführte, gingen ihm durch den Kopf: „Woher kommt die Kraft, die Mond und Gestirne auf ihren Ellipsenbahnen hält, wie Kepler es doch 1609 herausgefunden hat, und warum nervt mich dieses fliegende...“ In jenem

Moment war Isaac eingedöst, doch er schreckte sofort wieder hoch, als ein Apfel direkt neben ihm ins Gras plumpste.

Der Legende nach soll Newton beim Anblick eines fallenden Apfels die revolutionäre Idee gekommen sein, dass einfach jeder Körper im Universum jeden anderen Körper anzieht. Der Apfel wird genauso von der Erde angezogen, wie der Mond und beide ziehen wiederum an der Erde. Mit den nach ihm benannten Gesetzen, die Newton 1686 in den Philosophiae Naturalis Principia Mathematica darlegte, schlug er ein neues Kapitel der Wissenschaftsgeschichte auf.



WANT TO KNOW MORE?

Gravity's rainbow

Things are going downhill – but nicely controlled

If one drops different objects from the same height at the same time, gravity causes them to land on the ground simultaneously - only air resistance causes small deviations. This was demonstrated impressively during an Apollo mission by dropping a feather and a hammer from the same height – and both reaching the lunar ground at the same time. In addition to the falling motion, the balls on the red path in our experiment move with different speeds parallel to the ground and thus perpendicular to gravity. This shows that the force of gravity remains completely unaffected, only the flight distance increases for faster balls. In the fall time forced upon

them by gravity, they simply get ahead.

The result of this overlap of two movements, the accelerated fall and the straight flight, is always a parabola (Fig. 1).

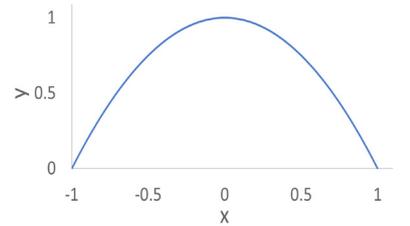


Fig. 1: Parabola ($y = -x^2 + 1$).

Gravity on a large scale

The familiar gravity F_g is based on a simple law: each mass m_1 attracts other masses m_2 , with the attraction becoming ever stronger, the larger they are and the smaller their distance r is:

$$F_g = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

The gravitational constant G indicates the gravitational strength. The gravitational force that acts between everyday objects is indeed very low. We do not notice how strong the attraction between an

apple and our body is. The force corresponds to less than the weight of a dust particle. It only becomes interesting with objects of cosmic dimension. In our immediate vicinity, the Earth is the dominating mass – we only feel earth's gravity.

In space, gravity sets the tone because, unlike the much stronger electrostatic force, there is no gravitational repulsion. Gravity adds up over all masses in the universe and thus holds stars, solar systems, and galaxies together.

A brief story about gravity

It was a late summer day in 1665. Isaac Newton, a 23-year-old student and prospective natural scientist, was lying under an apple tree in his parents' garden in Lincolnshire, England. Due to the plague, Cambridge University had been closed. Isaac was not very enthusiastic about this, because he did not feel comfortable staying with his mother and stepfather. His studies, which he continued to work on from home, ran through his mind: "Where does the force which keeps the moon and heavenly bodies in their elliptical orbit, as Kepler found out in 1609, come from, and why..." At that moment Isaac dozed

off, but he was immediately startled when an apple flopped onto the grass next to him.

Legend has it that when Newton saw a falling apple, he came up with the revolutionary idea that every body in the universe attracts every other body. The apple is attracted by the earth in the same way as the moon is and both, in turn, attract the earth. With the laws named after him, which Newton set out in 1686 in the *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, he opened a new chapter in the history of science.

