

A6 Die kosmischen Geschwindigkeiten

G: Gravitationskonstante = $6,673 \cdot 10^{-11}$

M: Masse der Erde = $6 \cdot 10^{24}$

m: Masse des Satelliten oder der Raumsonde

r: Abstand zwischen den Schwerpunkten (z.B. von Erde und Satellit)

Die erste kosmische Geschwindigkeit (Satelliten):

Auf welche Geschwindigkeit muss eine Masse beschleunigt werden um in einer stabilen Erdumlaufbahn zu bleiben?

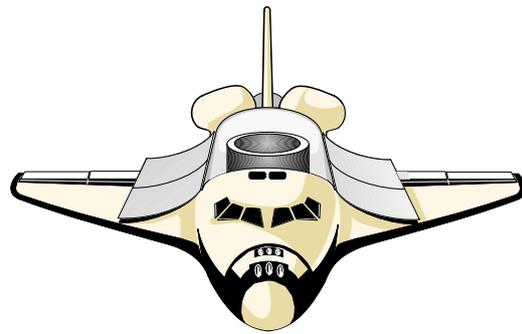
Zentripetalkraft = Gravitationskraft.

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{6,63 \cdot 10^6}}$$

v = 28000 km/h (gerundet)



Das Space-Shuttle (rechts) ist ein Satellit in einer "niedrigen" Umlaufbahn.

Die zweite kosmische Geschwindigkeit (Raumsonden):

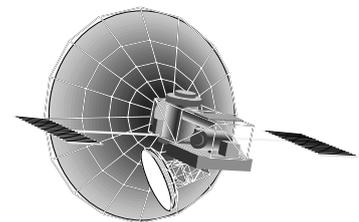
Bewegungsenergie = Hebearbeit von der Erdoberfläche bis "ins Unendliche".

$$\frac{mv^2}{2} = GMm \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) - \text{Bewegungsenergie} = \text{Hebearbeit!}$$

$$v = \sqrt{2GM \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)} \quad \text{wobei} \quad r_1 \Rightarrow \infty$$

$$v = \sqrt{2GM \left(\frac{1}{r_2} \right)}$$

$$v = \sqrt{2 * 6,673 * 10^{-11} * 6 * 10^{24} * 0,157 * 10^{-6}}$$



Raumsonden (rechts) sind Roboter, die zu anderen Planeten fliegen. Sie haben relativ große Parabolspiegel für die Übermittlung ihrer Messdaten zur Erde.

v = 40400 km/h (gerundet)

Die geostationäre Satellitenbahn (24 Stunden-Bahn):

Zentripetalkraft = Gravitationskraft wobei als Umlaufzeit 24 Stunden angenommen wird. In der geostationären Bahn kreisen Nachrichten- und Wettersatelliten.

Als Zentripetalkraft wird die Formel eingesetzt, welche die Winkelgeschwindigkeit ω und somit die Umlaufzeit enthält.

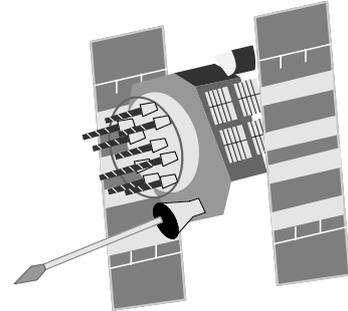
$$mr\omega^2 = \frac{GMm}{r^2}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{GMt^2}{\varphi^2}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{6,673 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot (86400)^2}{4 \cdot \pi^2}}$$

$$r = 42228 \text{ km}$$

abzüglich Erdradius ergibt dies eine Flughöhe von **h = 35600 km** (gerundet)



Erdnahe Raumfahrt

Die ersten Flugkörper, die die Grenze zum Weltraum (100 km) überschritten, waren die deutschen **V 2 - Raketen** im 2. Weltkrieg, die eine Höhe von 180 km erreichten. Eine am 24.2.1949 abgeschossene amerikanische Zweistufenrakete gelangte bis zu einer Höhe von 403 km.

Der erste künstliche **Satellit, Sputnik 1**, wurde von den Russen am 4.10.1957 in eine Erdumlaufbahn gebracht. Er umkreiste 92 Tage die Erde und verglühte dann in der Atmosphäre.

Messsatelliten untersuchen die physikalischen Verhältnisse in großen Höhen.

Nachrichten- oder Fernmeldesatelliten dienen zur Übertragung von Ferngesprächen, Fernschreiben und Fernsehsendungen. Falls ihre Bahngeschwindigkeit so auf die Erdumdrehung abgestimmt ist, dass sie über dem Äquator stillzustehen scheinen, heißen sie **geostationäre Satelliten** oder **Synchronsatelliten**.

Wettersatelliten übermitteln Fernsehbilder der Wolkenverteilung auf der ganzen Erde.