

Rückstoßprinzip

Gase werden nach hinten ausgestoßen \Rightarrow Bewegung in entgegengesetzte Richtung (Impulserhaltungsgesetz).

Spezifischer Impuls

- Maß für die Effizienz von Raketentriebwerken
- Impulsänderung pro Masseneinheit

$$\bullet I_{spez} = \frac{F_m t_b}{m} \quad \left[\frac{\frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot s}{kg} = \frac{m}{s} \right]$$

Raketengleichung

Die Raketengleichung ermöglicht die Berechnung der Endgeschwindigkeit einer Rakete, die kontinuierlich Masse ausstößt. $v(m) = v_g \cdot \ln \frac{m_0}{m}$
 v_g Austrittsgeschwindigkeit der Stützmasse, m_0 Anfangsmasse, m Endmasse

Triebwerkarten

Feststoff: einfach, billiger, hohe Schubkraft für kurzen Zeit
keine Kontrolle während des Fluges

Flüssigkeit: steuerbar, längere Brennzeit, Wiedorzündbar

Elektrothermisch: erhitzen eines Gases durch Widerstände oder Lichtbögen.

Elektrostatisch: ionisierter Stoff wird durch elektrostatisches Feld beschleunigt.

Elektromagnetisch: Magnetfelder beschleunigen das Plasma.

Nuklear: erhitzen durch Kernreaktion.

Solarthermisch: erhitzen durch einen Spiegel.

Kaltgas: ausstoßen eines Gas aus einem Druckbehälter.

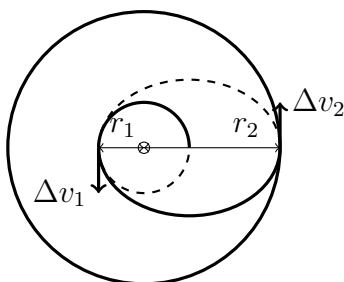
Hohmann-Transfer Effiziente Weise, die Umlaufbahn zu ändern.

Voraussetzungen:

- bestehender Orbit
- genug Treibstoff

$$\Delta v_1 = \sqrt{2GM \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_1 + r_2} \right)} - \sqrt{\frac{GM}{r_1}}$$

$$\Delta v_2 = \sqrt{2GM \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1 + r_2} \right)} - \sqrt{\frac{GM}{r_2}}$$



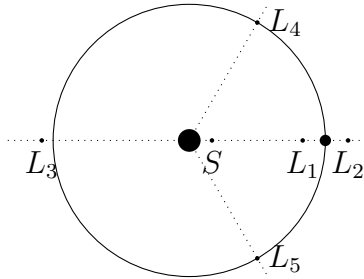
Lagrange-Punkte

Gravitationskräfte und Zentralkraft heben sich auf.

L_4/L_5 stabil (keine Korrekturen nötig)

Vorteile für die Raumfahrt:

- Störfaktoren ausgeblendet (Erdatmosphäre, Erdmagnetfeld, Strahlung)
- Raumsonden „stehen“ relativ zur Erde



Swing-By

- Gravitation eines Planeten wird genutzt, um die Flugbahn und Geschwindigkeit einer Raumsonde zu verändern.
- je nach Durchführung kann die Geschwindigkeit erhöht oder gesenkt werden.
- Vergleich:

Tennispiel, trifft der Ball auf einen sich nicht bewegenden Schläger so prallt er mit der gleichen Geschwindigkeit ab (Reibung und Erdanziehung werden dabei nicht beachtet).

Bewegt sich der Schläger von Ball weg, so überträgt der Ball einen Teil seiner Energie auf den Schläger. Andersherum, der Schläger bewegt sich auf den Ball zu, überträgt der Schläger einen Teil seiner Energie auf den Ball.

Fliegt eine Raumsonde durch das Weltall und kommt in das Gravitationsfeld eines Planeten, der ihr entgegenkommt so wird diese Raumsonde beschleunigt. Fliegt der Planet (oder anderer Himmelskörper) von der Sonde weg, so wird diese abgebremst.

- Apollo 13: ausnutzen der Mondgravitation, um auf die Erde zurückzukommen.
- Mariner 10: Abbremsung durch Venus in einen Orbit in der Nähe des Merkur-Orbits.
- Voyager-Sonden: durchführen der *Grand Tour* (Swing-By Manöver bei allen äußeren Planeten). Dadurch wurde die dritte kosmische Geschwindigkeit erreicht.
- Galileo: Gezielter Aufschlag auf dem Jupiter.
- Cassini: Erreichen einer Umlaufbahn um den Saturn.

