

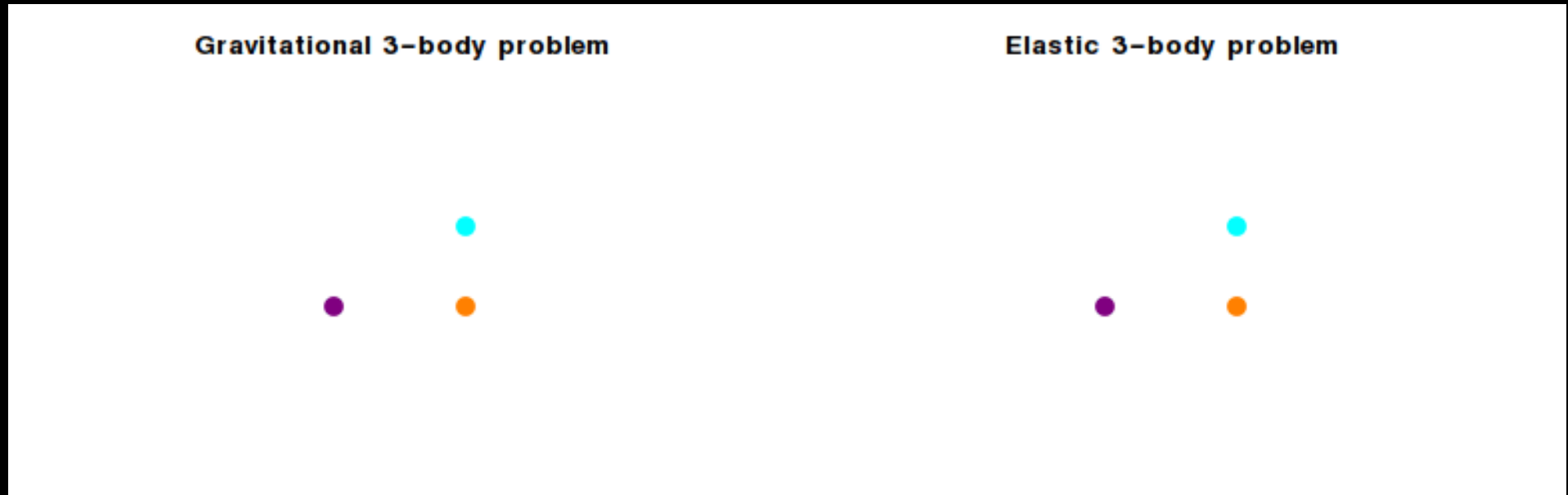
Das Dreikörperproblem

Lösungen, Spezialfälle und Planeten

<https://drive.proton.me/urls/1MA5NJH7J0#5ZtAiY3rdHzG>



Was ist das Dreikörperproblem?



Jacopo Bertolotti, CC0, via Wikimedia Commons

Im Dreikörperproblem geht es darum, den Bahnverlauf dreier Körper, die unter Einfluss ihrer gegenseitigen Anziehung bewegen, zu bestimmen. Wir betrachten hier das gravitative Dreikörperproblem. Im Gegensatz zum elastischen Problem, sind die Bewegungsgleichung nicht integrierbar. Das Dreikörperproblem ist ein Spezialfall vom n -Körpersystem

Differentialgleichungen(3 Körper)

$$\frac{d^2 \vec{r}_1}{dt^2} = -G m_2 \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3} - G m_3 \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_3}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_3|^3}$$

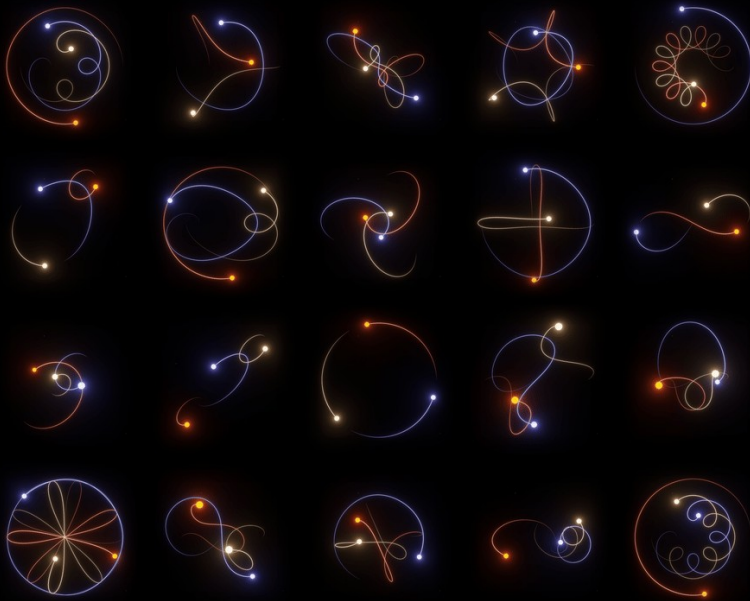
$$\frac{d^2 \vec{r}_2}{dt^2} = -G m_1 \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^3} - G m_3 \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_3}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_3|^3}$$

$$\frac{d^2 \vec{r}_3}{dt^2} = -G m_1 \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_3 - \vec{r}_1|^3} - G m_2 \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_2}{|\vec{r}_3 - \vec{r}_2|^3}$$

Hamilton Funktion: $H(\vec{p}_i, \vec{r}_i) = \sum_{i=1}^3 \frac{|\vec{p}_i|^2}{2m_i} - G \sum_{1 \leq i < j \leq 3} \frac{m_i m_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|}$

Spezialfälle

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:5_4_800_36_downscaled.gif



Perosello,
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

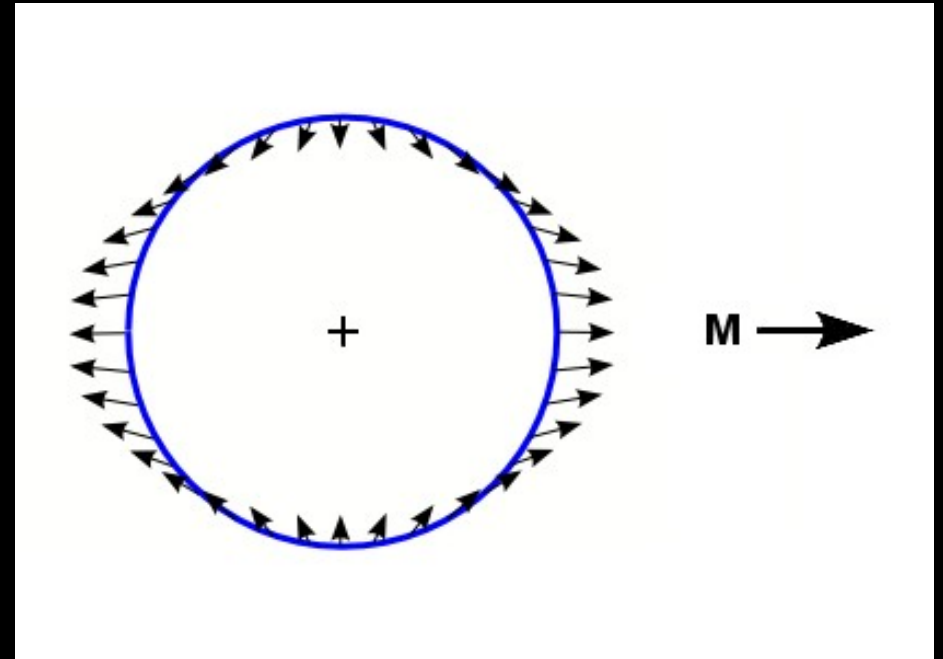
Trotz der fehlenden geschlossenen allgemeinen Lösungen (Bis auf unendliche Reihen) bei der (allgemeinen Fall), gibt es jedoch für spezielle Fälle und Anfangsbedingungen periodische Lösungen

Auswirkungen auf Planeten

1. Gezeitenkräfte

Der Planet bewegt sich in den Gravitationsfelder der drei Sternen. Wegen den Gezeitenkräften, wird der Planet in unterschiedlichen Richtungen(wegen chaotischer Bahnform) durch die Sterne gestreckt bzw gestaucht, was zur inneren Reibung führt. Dadurch wird der Planet langsam sehr heiß.

Im Gegensatz zur Gravitationskraft hängt die Gezeitenkraft von $\frac{1}{r^3}$ ab.

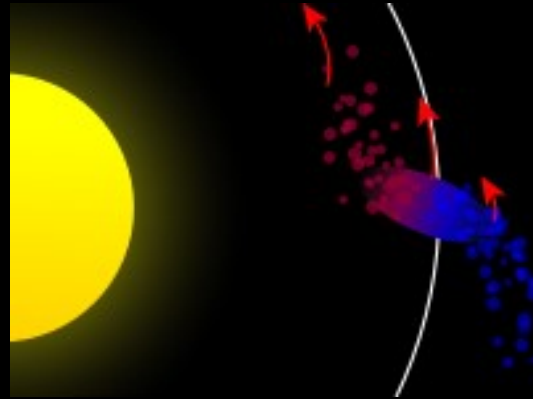


Wikiklaas, CC BY-SA 3.0

<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via
Wikimedia Commons

1.2 Roche-Grenze

Gelangt ein Planet wegen seiner chaotischen Bahn in der Nähe eines Sterns, mit dem Abstand kleiner als die Entfernung der Roche-Grenze, wird der Planet wegen den Gezeitenkräften auseinandergerissen, und nicht in einen Ring(wie bei Saturn) geformt, sondern in einen glühenden Trümmerstrom.



Original: Theresa Knott at the English Wikipedia
SVG: Rehua, CC BY-SA 3.0
<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>>, via Wikimedia Commons

2.Rauswurf

Wenn der Planet hin und hergereicht wird, kommt es irgendwann zu einer nahen Begegnung. Dabei verliert der Stern eine kleine Menge an Energie, der Planet gewinnt aber an der kinetischen Energie. Durch diesen Slingshot kann es dazu kommen, dass die geschwindigkeit größer als die Fluchtgeschwindigkeit wird. Dann fliegt der Planet raus, und wird zu einem sogenannten „Rogue Planet“.

4. Temperaturschwankungen

In einem chaotischen System würde sich der Abstand zwischen einem Planet und dem Stern immer wieder ändern. Bei großen Abständen herrscht an der Oberfläche extrem negative Temperaturen. Im inneren des Planets beobachtet man aber wegen den Gezeitenkräften sehr hohe Temperaturen.

Beispiel-GW Orionis

Am extremen Beispiel von GW Orionis, ist die destruktive Umgebung eines Drei-Stern System deutlich. Die protoplanetäre Scheibe wurde in 3 Teilen zerbrochen. Wenn Planeten entstehen, wäre das Planeten-Stern System nicht flach wie das Sonnensystem sondern ein 3D System, in dem die Planeten in unterschiedlichen Winkeln umkreisen.



Das Leben-Möglich oder Sci-fi?

3 BODY PROBLEM

Netflix, Public domain, via Wikimedia Commons