

1. Zweikörperproblem im homogenen Gravitationsfeld

Betrachten Sie zwei Teilchen der Massen m_1 und m_2 im homogenen Gravitationsfeld $\vec{F}_1^{\text{ext}} = m_1\vec{g}$ und $\vec{F}_2^{\text{ext}} = m_2\vec{g}$ mit $\vec{g} = -g\vec{e}_z$, die sich auf einer Schiene reibungsfrei entlang der z -Achse bewegen können und durch eine masselose Feder verbunden seien. Die Feder habe die Federkonstante k und im entspannten Zustand die Länge l .

Bis zum Zeitpunkt $t = 0$ seien die Masse m_2 bei $z_2 = 0$ und die Masse m_1 bei $z_1 = l$ arretiert. Zum Zeitpunkt $t = 0$ werde die Arretierung aufgehoben und die Masse m_1 so von unten angestoßen, dass sie die Geschwindigkeit \vec{v}_0 senkrecht nach oben erhält.

Geben Sie die Orte der beiden Massen zu jedem nachfolgenden Zeitpunkt $t > 0$ an und beschreiben Sie die Bewegung.

Hinweis: Benutzen Sie Relativ- und Schwerpunktkoordinaten und gehen Sie davon aus, dass v_0 so klein sei, dass die beiden Massen niemals zusammenstoßen.

2. Doppelsternsystem

Bei einem Doppelsternsystem mit den Massen $m_1 = m_2 = m$ bewegen sich beide Sterne auf Ellipsenbahnen.

- Formulieren Sie das Zweikörperproblem.
- Welche Erhaltungssätze gelten (Begründung)?
- Welche Bahn beschreibt der Relativvektor (Abstandsvektor) und warum?
- Bestimmen Sie die Masse m der Sterne unter der Annahme, dass der maximale Abstand der Sterne A , der minimale Abstand B und die Umlaufdauer T gegeben seien.

Hinweis: Formulieren Sie das dritte Keplersche Gesetz für das Zweikörperproblem durch geeigneten Vergleich mit dem Einkörperproblem.

3. Explodierender Satellit

Ein Satellit bewegt sich in einem Abstand r_0 vom Erdmittelpunkt auf einer Kreisbahn um die Erde. Plötzlich explodiert er und zerfällt in zwei gleiche Teile, die tangential zur Bahn fortfliegen.

- (a) Diskutieren Sie die anschließende Bewegung der beiden Bruchstücke in Abhängigkeit von der bei der Explosion freigesetzten Energie Q .
- (b) Wie groß muss Q sein, damit ein Bruchstück sich auf einer Kreisbahn mit entgegengesetztem Umlaufsinn bewegt?
- (c) Wie groß muss Q sein, damit ein Bruchstück auf einer Geraden zur Erde abstürzt?

Hinweis: Berechnen Sie mit Hilfe von Energie- und Impulserhaltungssatz die Geschwindigkeit der beiden Bruchstücke unmittelbar nach dem Zerfall im Schwerpunktsystem! Bestimmen Sie daraus die entsprechenden Geschwindigkeiten und die jeweilige Energie der Bruchstücke im Laborsystem (Bezugssystem der Erde).