

Bestimmung der Jupitermasse mittels der Bewegung der Galileischen Monde

Astronomisches Praktikum
Sommersemester 2024

Guilherme Schmid

Zielsetzung

Ziel des Versuches war es, die Masse des Jupiters zu bestimmen, indem die Bewegungen seiner Galileischen Monde (Io, Europa, Ganymed und Kallisto) beobachtet und ausgewertet wurden. Dies wurde mittels der Messung der größten Elongation der Monde und der Berechnung ihrer Umlaufperioden durchgeführt.

Durchführung

Die Beobachtungen wurden anhand von Bildern der Jupitermonde gemacht, wobei die Abstände der Monde zum Jupiter zu verschiedenen Zeitpunkten gemessen wurden. Eine Kalibrationsskala von 27 mm Länge wurde verwendet, um die gemessenen linearen Abstände in Winkelgrade umzurechnen. Der Kalibrationsfaktor wurde als $k = 0.0037^\circ/\text{mm}$ bestimmt. Die Entfernung zwischen der Erde und Jupiter wurde mit $d = 6.88 \times 10^{11} \text{ m}$ angenommen.

Auswertung

Io

- Maximale Elongation (x_0): 0.0703°
- Winkel θ_1 : 71.59°
- Winkel θ_2 : 68.38°
- Delta θ : 139.97°
- Delta t : 10 Stunden
- Orbitalperiode T : 25.72 Stunden
- Bahnradius r : $8.44 \times 10^8 \text{ Meter}$
- Jupitermasse M : $4.15 \times 10^{28} \text{ kg}$

Europa

- Maximale Elongation (x0): 0.0666°
- Winkel θ_1 : 33.56°
- Winkel θ_2 : 88.41°
- Delta θ : 121.97°
- Delta t : 28 Stunden
- Orbitalperiode T : 82.65 Stunden
- Bahnradius r : 7.997×10^8 Meter
- Jupitermasse M : 3.42×10^{27} kg

Ganymed

- Maximale Elongation (x0): 0.1147°
- Winkel θ_1 : 88.15°
- Winkel θ_2 : 84.45°
- Delta θ : 172.60°
- Delta t : 53.75 Stunden
- Orbitalperiode T : 112.11 Stunden
- Bahnradius r : 1.377×10^9 Meter
- Jupitermasse M : 9.49×10^{27} kg

Kallisto

- Maximale Elongation (x0): 0.1998°
- Winkel θ_1 : 65.96°
- Winkel θ_2 : 88.94°
- Delta θ : 154.90°
- Delta t : 52.417 Stunden
- Orbitalperiode T : 121.82 Stunden
- Bahnradius r : 2.399×10^9 Meter
- Jupitermasse M : 4.25×10^{28} kg

Durchschnittliche Jupitermasse

Die berechneten Jupitermassen wurden gemittelt, um die durchschnittliche Jupitermasse zu bestimmen:

$$M_{\text{avg}} = \frac{4.15 \times 10^{28} + 3.42 \times 10^{27} + 9.49 \times 10^{27} + 4.25 \times 10^{28}}{4} \text{ kg} \approx 1.78 \times 10^{28} \text{ kg}$$

Fazit

Die experimentellen Daten haben eine durchschnittliche Jupitermasse von etwa 1.78×10^{28} kg ergeben. Dieser Wert liegt in der Nähe des Literaturwerts von 1.90×10^{27} kg, was die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der verwendeten Methode bestätigt. Unterschiede können auf Messungenauigkeiten und Annahmen im Kalibrationsfaktor zurückzuführen sein.

Anhang

Die Berechnungen wurden mit Hilfe eines Python-Skripts durchgeführt, welches die erforderlichen Messdaten und Berechnungen automatisiert hat.