

Übungen zur Einführung in die Computerphysik

Klassen / Spurzem

Sommersemester 2009

Blatt 2 (15. April 2009)

(Abgabe bis spätestens 24. April 2009)

Präsenzübung

- Entwerfen Sie ein Computerprogramm, daß die relative Bewegung zweier Körper unter dem Einfluß ihrer wechselseitigen Gravitationskraft schrittweise berechnet, zunächst mit Hilfe des einfachen Euler-Verfahrens. Setzen Sie $G = M = 1$ (G : Gravitationskonstante, M : Masse des Systems). Bestimmen Sie die Anfangsgeschwindigkeit v_0 , die eine Kreisbahn ergibt. Was geschieht, wenn Sie zum Beispiel $v_0/2$ verwenden als Anfangsgeschwindigkeit? Was bei Werten größer als v_0 , größer als $\sqrt{2}v_0$? Berechnen Sie direkt die Exzentrizität aus dem Runge-Lenz-Vektor.

Verwenden Sie zunächst für Ihre numerischen Lösungen einen festen Zeitschritt von $\Delta t = 0.01$. Verbessern Sie die Qualität der numerischen Integration schrittweise durch Verkleinern des Zeitschrittes um mehrere Größenordnungen. Was beobachten Sie? (Hinweis: beobachten Sie den Fehler in den Erhaltungsgrößen als Funktion von Δt , siehe Hausaufgabe).

Hausaufgaben

- **Aufgabe 1a: 10 Punkte** Systematische Fehleranalyse des Euler-Verfahrens: Wählen Sie drei verschiedene Exzentrizitäten und verschiedene Schrittweiten (über mehrere Größenordnungen variieren). Integrieren Sie das Zwei-Körper-Problem für einen Orbit. Plotten Sie doppeltlogarithmisch den Fehler in der Gesamtenergie (der Exzentrizität) als Funktion des verwendeten (konstanten) Zeitschrittes δt . Diskutieren Sie das Ergebnis (welche Steigung, Übereinstimmung mit Erwartung?).
- **Aufgabe 1b: 10 Punkte** Verwenden Sie einen Leap-Frog Integrator, sonst wie 1a, wie ändert sich das Ergebnis?
- **Aufgabe 1c: freiwillige Zusatzleistung** Wie Aufgabe 1a, aber unter Verwendung des zeittransformierten Leap Frogs aus dem Vorlesungsskript.