

# 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  $\Delta t$ , 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  $\delta t$ . 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.