

---

**Gerhard Kahl & Florian Libisch**  
**STATISTISCHE PHYSIK 1 (VU – 136.020)**  
**3. Tutoriumstermin (15.4.2016)**

---

**T9.** Gegeben ist ein Einteilchensystem ( $D = 1$ ) mit der Hamiltonfunktion

$$\mathcal{H} = \frac{p^2}{2m}$$

Beantworten Sie folgende Fragen:

- (a) um welches System handelt es sich;
- (b) geben Sie den Phasenraum  $\Gamma$  an;
- (c) zeichnen Sie für zwei Energiewerte  $E_1$  und  $E_2$  ( $E_1 < E_2$ ) jene Kurven in  $\Gamma$ , für die  $E = \text{const.}$ ; um welche Kurven handelt es sich;
- (d) stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf und leiten Sie daraus die allgemeine Lösung, d.h.  $x(t)$  und  $p(t)$ , her (mit Anfangsbedingungen  $x(t=0) = x_0$  und  $p(t=0) = p_0$ ).

**T10.** Gegeben ist ein Einteilchensystem ( $D = 1$ ) mit der Hamiltonfunktion

$$\mathcal{H} = \frac{p^2}{2m} + \frac{m\omega^2}{2}x^2$$

Beantworten Sie folgende Fragen:

- (a) um welches System handelt es sich;
- (b) geben sie den Phasenraum  $\Gamma$  an;
- (c) zeichnen Sie für zwei Energiewerte  $E_1$  und  $E_2$  ( $E_1 < E_2$ ) jene Kurven in  $\Gamma$ , für die  $E = \text{const.}$ ; um welche Kurven handelt es sich;
- (c) stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf und leiten Sie daraus die allgemeine Lösung, d.h.  $x(t)$  und  $p(t)$  her (mit Anfangsbedingungen  $x(t=0) = x_0$  und  $p(t=0) = p_0$ ).

**T8.** Gegeben ist ein sogenanntes Tonks-Gas von  $N$  Teilchen. Es handelt sich dabei um ein ein-dimensionales System, das bei  $x = 0$  und  $x = L$  durch undurchdringliche Wände begrenzt ist. Sind die Massen aller Teilchen gleich (wie in diesem Beispiel angenommen wird), so spricht man von einem *homogenen* Tonks-Gas, andernfalls von einem *inhomogenen* Tonks-Gas. Die Teilchen sind undurchdringlich: so befindet sich, zum Beispiel, das Teilchen 1 immer zwischen der Wand bei  $x = 0$  und "links" von der aktuellen Position des Teilchens 2 ( $q_2$ ), usf. . Teilchen-Teilchen und Teilchen-Wand Stöße sind elastisch.

Beantworten Sie folgende Fragen:

(a) geben Sie den Phasenraum  $\Gamma$  in der Form

$$\Gamma = \{(p^N, q^N) | \dots\}$$

an;

(b) berechnen Sie das Volumen des Konfigurationsraums  $\Pi$ .

Setzen Sie für folgende Fragestellungen  $N = 2$  und betrachten Sie ein homogenes Tonks-Gas:

(c) skizzieren Sie den Konfigurationsraum  $\Pi$ ;

(d) gehen Sie von einer Anfangsbedingung Ihrer Wahl aus, d.h. wählen Sie

$$\begin{aligned} q_1(t=0) &= q_{1;0} & q_2(t=0) &= q_{2;0} \\ p_1(t=0) &= p_{1;0} & p_2(t=0) &= p_{2;0} \quad \text{mit} \quad p_{1;0} : p_{2;0} = \alpha : 1; \end{aligned}$$

skizzieren Sie (für einen nicht-trivialen Wert von  $\alpha$ , d.h.  $\alpha \neq 0$ ,  $\alpha \neq 1$ ), wie sich dieser Mikrozustand mit der Zeit im Konfigurationsraum verändert ("Trajektorie" des Mikrozustands im Konfigurationsraum).

Erklären Sie insbesondere, wie sich diese "Trajektorie" bei Stößen der Teilchen untereinander und bei Teilchen-Wand Stößen verändert. Die "Trajektorie" soll mindestens eine Teilchen-Teilchen Kollision sowie mindestens zwei Teilchen-Wand Kollisionen überstreichen;

(e) wie sieht diese "Trajektorie" in dem von  $p_1$  und  $p_2$  aufgespannten Teilraum des Phasenraumes aus.

**Zu kreuzen: 9ab, 9c, 9d, 10ab, 10c, 10d, 11ab, 11c, 11d, 11e**