

# Übungen zur Theoretischen Physik I, SS 2012

B. Kubis, C. Urbach, K. Ottnad, S. Schneider

## Quicky-Sammlung

---

### Warnung:

Die folgende Sammlung von Quickyfragen ist zu großen Teilen eine Zusammenstellung von bereits das Semester hindurch gestellten Aufgaben. Sie erhebt *keinerlei* Anspruch auf Vollständigkeit, weder was den Stoff der Klausur im allgemeinen, noch was die dort zu erwartenden Quickyfragen im besonderen anbetrifft. Die Fragen sind eher als Anregungen zu verstehen, mit welchen Themenkomplexen Sie sich zur Vorbereitung noch einmal beschäftigen sollten.

1.  $\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) =$
2. Wie lautet der (a) Gaußsche Satz? (b) Stokessche Satz?
3. Wie lautet die allgemeine Lösung der Differentialgleichung  $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ ?
4. Wie sind Zylinder- und Kugelkoordinaten mit kartesischen Koordinaten verknüpft?
5. Geben Sie die kinetische Energie eines Partikelchens in kartesischen, Zylinder- und Kugelkoordinaten an!
6. Wie lauten die drei Newtonschen Axiome?
7. Wie ist der Drehimpuls definiert? Wie ist das Drehmoment definiert?
8. Wann ist ein Kraftfeld konservativ? Wann gilt  $\vec{F} = -\vec{\nabla}\phi$ ?
9. Was sind die Erhaltungsgrößen des Kepler-Problems? Definieren Sie diese!
10. Welche Transformationen bilden die Galilei-Gruppe? Durch wieviele Parameter wird diese beschrieben?
11. Gegeben sei  $f(x, y, t) = x^2 - xy^3 + e^{i\omega t}$ .  
Berechnen Sie für  $x = vt$  und  $y = \frac{1}{2}gt^2$  die totale Ableitung  $df/dt$ .
12. Was ist eine holonome Nebenbedingung?
13. Welchen Beispielen entsprechen die folgenden Nebenbedingungen?
  - (a)  $f(x, y) = ax + y = 0$
  - (b)  $f(x, y) = x^2 + y^2 - a^2 = 0$
14. Skizzieren Sie die Richtung der Zwangskraft für die Beispiele von 13.
15. Wie sind orthogonale Matrizen definiert?
16. Wie ist die Lagrangefunktion definiert?
17. Wie lauten die Euler-Lagrange-Gleichungen?

18. Wie lautet die Lagrangefunktion für ein eindimensionales Teilchen im Potential  $V(x) = cx^2/2$ ?
19. Wie lauten die Euler-Lagrange-Gleichungen für das Beispiel in 18?
20. Was sind zyklische Variablen?
21. Sei  $L = \frac{m}{2}(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2 + r^2 \sin^2 \theta \dot{\phi}^2) - V(r)$ . Welche Variablen sind zyklisch?
22. Wie sind die kanonischen Impulse definiert?
23. Was gilt für die kanonischen Impulse zyklischer Variablen?
24. Berechnen Sie den kanonischen Impuls der zyklischen Variable aus 21. Um welche Größe handelt es sich?
25. Was sind Lagrangemultiplikatoren? Wie sieht eine Lagrangefunktion mit Lagrangemultiplikatoren aus, die die holonome Nebenbedingung  $f(x, y, z, t) = 0$  erfüllt?
26. Was besagt das Noethertheorem (in Worten)?
27. Welche Erhaltungsgröße folgt aus Zeittranslationsinvarianz?
28. Welche Erhaltungsgröße folgt aus Raumtranslationsinvarianz?
29. Welche Erhaltungsgröße folgt aus Rotationsinvarianz?
30. Wie lautet der differentielle Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/d\Omega$ ?
31. Wieviele (und welche) Freiheitsgrade hat der starre Körper?
32. Was ist der Trägheitstensor für einen starren Körper, bestehend aus  $N$  Massepunkten?
33. Was sind Hauptträgheitsmomente und -achsen des Trägheitstensors? (in Worten)
34. Wie hängt die Rotationsenergie mit dem Trägheitstensor zusammen?
35. Was besagt der Satz von Steiner?
36. Wie lauten der Schwerpunkt- und Drehimpulssatz?
37. Was ist eine Legendretransformation?
38. Wie lässt sich die Hamiltonfunktion eines Systems mehrerer Variablen aus der Lagrangefunktion berechnen? Was sind die Variablen der Hamiltonfunktion?
39. Wie lauten die Hamiltonschen Bewegungsgleichungen?
40. Wie sind symplektische Transformationen definiert?
41. Wie sind die Poissonklammern definiert?
42. Wie lässt sich die totale Zeitableitung einer Funktion  $f$  durch eine Poissonklammer ausdrücken?

43. Wie lauten die Hamiltonschen Bewegungsgleichungen, ausgedrückt durch Poissonklammern?
44. Wie lautet die Hamiltonfunktion des eindimensionalen harmonischen Oszillators?
45. Wie lauten die Hamiltonschen Bewegungsgleichungen zu Punkt 44?
46. Wie lautet die Bedingung dafür, dass eine Koordinatentransformation  $q_i \mapsto Q_i(\mathbf{q}, \mathbf{p}, t)$ ,  $p_i \mapsto P_i(\mathbf{q}, \mathbf{p}, t)$  *kanonisch* ist?
47. Was besagt der Satz von Liouville?
48. Berechnen Sie die Legendretransformierte der Funktion  $f(x) = ax^2$ .
49. Wie lauten die Hamilton-Jacobi-Gleichungen? Wie erhält man aus diesen die Lösungskurven?

Die folgenden Quickfragen beziehen sich auf das letzte Kapitel „6. Nichtlineare Dynamik – Stabilität und Bifurkation“ der Vorlesung und werden *nicht* Bestandteil der *Klausur* sein, wohl aber der *Nachklausur*!

50. Nennen Sie vier hinreichende Bedingungen dafür, dass ein System *nicht* chaotisch ist.
51. Wozu dient die erste Methode von Ljapunov?
52. Es sei  $\mathbf{x}(\mathbf{x}_0, t)$  die ungestörte Lösung einer expliziten Dgl.  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, t)$ . Skizzieren Sie die erste Methode von Ljapunov.
53. Diskutieren Sie die Stabilität der Lösungen der ersten Methode von Ljapunov anhand des Realteils der Eigenwerte.
54. Suchen Sie die zwei reellen stationären Lösungen der Dgl.  $\dot{x} = \lambda - x^2$  und bestimmen Sie ihre Stabilität ( $\lambda \neq 0$ ).
55. Wann ist eine nicht explizit zeitabhängige Funktion positiv (negativ) (semi-)definit?
56. Skizzieren Sie die direkte Methode von Ljapunov. Wann ist die Nulllösung stabil/asymptotisch stabil/instabil?
57. Was ist eine Bifurkation?