Universität Karlsruhe — WS 2005/06
Institut für Theorie der Kondensierten Materie
Prof. Dr. Peter Wölfle, Dr. Jan Brinckmann — **03.02.06**
http://www.tkm.uni-karlsruhe.de/lehre — theorie-a@tkm.uni-karlsruhe.de / Physikhochh. Zi. 10.13

Übungsblatt Nr. 13 zur Vorlesung Theorie A

Die folgenden Fragen dienen der Wiederholung und können mit wenigen Sätzen oder Formeln beantwortet werden. Es soll nichts berechnet werden!
Dieses Blatt zählt *nicht* mehr zu den Übungspunkten.

1. Was ist die Stammfunktion von $\sin(x)$, $\cos(x)$, e^x, $\sqrt{x}$, x^n ?
2. Auf welche Integrale kann die Methode der Substitution bzw. partiellen Integration angewendet werden?
3. Wie lautet $(\mathbf{ab})$, $(\mathbf{a}\times\mathbf{b})$ als Funktion des Winkels $\sphericalangle(\mathbf{a},\mathbf{b})$? Was ist $(\mathbf{ba})$, $(\mathbf{b}\times\mathbf{a})$?
4. Wie sind Polarkoordinaten in der x-y-Ebene definiert?
5. Zwei komplexe Zahlen $z_1 = x+iy$, $z_2 = u+iv$ seien gegeben.
   Wie lautet $|z_1|$, $z_1 z_2$, (z_1+z_2), $\bar{z}_1$, $\frac{1}{z_1}$?
6. Zwei komplexe Zahlen $z_1 = r\,e^{i\varphi}$, $z_2 = s\,e^{i\vartheta}$ seien gegeben. Wie lautet $|z_1|$, ... ?
   Was ist der Zusammenhang zwischen x, y und r, φ ?
7. Wie kann man die allgemeine Lösung $x(t)$ der folgenden DGLs bestimmen?
   (1) $\dddot{x}(t) + a\ddot{x}(t) + b\dot{x}(t) + cx(t) = 0$ (2) $\ddot{x}(t) = f(t)$
   (3) $\dot{x}(t) = f(t)\,g(x)$ (4) $\ddot{x}(t) + b\dot{x}(t) + cx(t) = f(t)$
8. Wie lautet die allgemeine Lösung des harmonischen Oszillators
   (5) $\ddot{\varphi}(t) + \omega_0^2\varphi(t) = 0$?
9. Wie viele Integrationskonstanten muß die allgemeine Lösung von (1)–(5) jeweils aufweisen?
10. Was ist die Näherung für kleine Winkel φ von $\sin(\varphi)$ bzw. $\cos(\varphi)$?
11. Gegeben ist ein gedämpfter Oszillator: $\ddot{x}(t) + 2\gamma\dot{x}(t) + \omega_0^2 x(t) = 0$, $\gamma < \omega_0$.
    Skizziere den qualitativen Verlauf von $x(t)$ für $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = v_0$. (Ohne Rechnung!)
12. Ein gedämpfter harmonischer Oszillator mit periodischer äußerer Kraft:
    (6) $\ddot{x}(t) + 2\gamma\dot{x}(t) + \omega_0^2 x(t) = f_0\cos(\omega t)$, $\gamma < \omega_0$
    Skizziere qualitativ den Verlauf von Betrag $|A(\omega)|$ und Phase $\alpha(\omega)$ der Antwortfunktion.
13. Wie ist die “Delta-Funktion” $\delta(x)$ definiert? Wie kann man $\delta(x)$ darstellen (1 Beispiel)?
14. Welche DGL erfüllt die zu (6) gehörende Greensche Funktion $G(t-t')$?
15. Welche physikalische Bedeutung und welchen Nutzen hat $G(t-t')$?
16. Ein Massepunkt m bewegt sich entlang der x-Achse in einem Potential $V(x)$. Wie kann man $x(t)$ aus der Energieerhaltung bestimmen?
17. Wie berechnet man in der Praxis die Arbeit, die im Kraftfeld $\mathbf{F}(\mathbf{r})$ entlang eines bestimmten Weges $\mathbf{r}_a \to \mathbf{r}_b$ geleistet wird?
18. Welche Kriterien für ein konservatives Kraftfeld $\mathbf{F}(\mathbf{r})$ gibt es?
    Wie kann man aus $\mathbf{F}$ das zugehörige Potential $V(\mathbf{r})$ bestimmen?
19. Ein Teilchen m bewegt sich in einem Zentralpotential $V(\mathbf{r}) = V(r)$.
    Welche Erhaltungsgrößen gibt es; wie läßt sich jeweils der Erhaltungssatz beweisen?
20. Zwei Teilchen m_1 und m_2 wechselwirken über eine konservative Kraft $\mathbf{F}_{12}(\mathbf{r}_1,\mathbf{r}_2) = \mathbf{F}(\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2)$, die nur vom Abstand der Teilchen abhängt. Es gibt keine äußeren Kräfte.
    In welche Richtung zeigt die Kraft? Wie würde man die Bewegungsgleichung(en) aufstellen?
    Welche Erhaltungsgrößen gibt es?
21. Wie lauten die Keplerschen Gesetze, und für welche Kraft gilt welches Gesetz genau?
22. Wie sieht eine typische Planetenbahn aus, durch welche Größen wird diese charakterisiert?

— Besprechung in den Übungsgruppen am Freitag, den 10.02.06 — **Klausur: siehe WWW**