Universität Karlsruhe — Wintersemester 2003/04
Institut für Theorie der Kondensierten Materie — 28.11.03
Prof. Dr. Ralph v. Baltz, Dr. Philip Howell — http://www-tkm.physik.uni-karlsruhe.de/lehre/
Sprechstunde: Fr 13:00–14:00 Physikhochhaus 10.14 — howell@tkm.physik.uni-karlsruhe.de

Übungsblatt Nr. 7 zur Theorie A

1 Harmonischer Oszillator I

In der Vorlesung wurden drei äquivalente Lösungen für den freien, ungedämpften harmonischen Oszillator angegeben:

$$x(t) = A_1 \cos(\omega_0 t - \phi_1) \equiv A_2 \sin(\omega_0 t - \phi_2) \equiv C_1 \cos(\omega_0 t) + C_2 \sin(\omega_0 t)$$

Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Konstanten A_1, ϕ_1; A_2, ϕ_2; C_1, C_2? Vereinfachen Sie sie soweit wie möglich.

2 Harmonischer Oszillator II

Auf einen ungedämpften harmonischen Oszillator wirke eine Kraft $F(t)$, die "sprungartig" eingeschaltet wird, d.h. $F(t) = F_0\,\Theta(t)$, wobei $\Theta(t)$ die Heaviside-Funktion ist:

$$\Theta(t) = 0 \quad \text{falls} \quad t < 0\,; \qquad \Theta(t) = 1 \quad \text{falls} \quad t \geq 0\,.$$

(a) Finden Sie (durch Erraten) eine partikuläre Lösung der Bewegungsgleichung. Wie lautet die allgemeine Lösung der Bewegungsgleichung?

(b) Wie lauten die Lösungen für $t < 0$ zu den Bedigungen $x(0^-) = 0$, $v(0^-) = 0$, und für $t > 0$ zu den Bedigungen $x(0^+) = 0$, $v(0^+) = 0$? Skizzieren und diskutieren Sie das Resultat.
Merke: $t = 0^-$ bedeutet der Limes mit $t \to 0$ von unten, d. h. $t < 0$.

3 Harmonischer Oszillator III

Ein ungedämpfter harmonischer Oszillator werde durch die Kraft $F(t) = F_0 \cos\omega t$ periodisch angetrieben ($\omega \neq \omega_0$).

(a) Finden Sie mit Hilfe des Ansatzes

$$x_p(t) = A\cos(\omega t - \phi)$$

eine partikuläre Lösung, wobei A, ϕ noch zu bestimmende Parameter sind. Skizzieren und diskutieren Sie die Abhängigkeit von A, ϕ von der Erregerfrequenz ω.

(b) Wie lautet die allgemeine Lösung der Bewegungsgleichung? Welche Lösung ergibt sich für die Anfangsbedingungen $x(0) = 0, v(0) = 0$? Skizzieren Sie und diskutieren Sie den Fall $|\omega - \omega_0| \ll \omega_0$.
Hinweis: $\cos x - \cos y = -2\sin\frac{x+y}{2}\sin\frac{x-y}{2}$

— Besprechung in den Übungsgruppen am nächsten Freitag, den 5.12.03 —