

Theoretische Physik A

Institut für Theoretische Teilchenphysik

Prof. Dr. M. Steinhauser, Dr. L. Mihaila
www-ttp.physik.uni-karlsruhe.de/Lehre/Uebungen

WS 07/08 – Blatt 14

Abgabe: 05.02.2008

Besprechung: 08.02.2008

(*) Aufgabe 46 (8P) : Green'sche Funktion

Die Green'sche Funktion $G(t, t')$ für den gedämpften harmonischen Oszillator erfüllt die Differentialgleichung

$$\left(\frac{d^2}{dt^2} + \rho \frac{d}{dt} + \omega_0^2 \right) G(t, t') = \delta(t - t'), \quad \text{mit } \rho > 0.$$

Bestimmen Sie die Green'sche Funktion $G(t, t')$ für den Kriechfall ($\rho/2 > \omega_0$).

(b) Bestimmen Sie für den Kriechfall ($\rho/2 > \omega_0$) die Lösung der Bewegungsgleichung des angetriebenen harmonischen Oszillators

$$m \left(\frac{d^2}{dt^2} + \rho \frac{d}{dt} + \omega_0^2 \right) x(t) = F(t), \quad \rho > 0,$$

für die Kraftfunktionen:

(i) $F(t) = F_0 t \theta(t) \theta(t_0 - t)$ mit $t_0 > 0$,

(ii) (*freiwillig*) $F(t) = F_0 \sin \gamma t$.

Benutzen Sie dazu die in Teil (a) bestimmte Green'sche Funktion und betrachten Sie die Anfangsbedingungen $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = 0$. Untersuchen Sie die Lösung für Fall (ii) für große Zeiten t .

(*) Aufgabe 47 (12P) : Weltraumspaziergang

Ein Astronaut befindet sich bei einem Weltraumspaziergang auf einer kreisförmigen Umlaufbahn (Radius r_0) um die Erde. Der Astronaut wirft den Objektivdeckel seiner Kamera mit Geschwindigkeit v_0 in Richtung Erdmittelpunkt. Die Masse des Objektivdeckels (O) kann gegen die Masse des Astronauten (A) ebenso vernachlässigt werden wie die Masse des Astronauten im Vergleich zur Masse der Erde (E). Sei μ_A (μ_O) die reduzierte Masse des Systems Astronaut-Erde (Objektivdeckel-Erde). Die jeweilige Potentiale lauten: $U_A(r) = -\frac{\alpha_{AE}}{r}$ und $U_O(r) = -\frac{\alpha_{OE}}{r}$.

(a) Geben Sie den Drehimpuls l_A , die Energie E_A und $\theta_A(t)$, als Funktion von μ_A , α_{AE} und r_0 für den Astronauten an. (r_A und θ_A sind die ebenen Polarkoordinaten des Astronauten).

(b) Drücken sie den Drehimpuls l_O des Objektivdeckels durch l_A aus, und α_{OE} durch α_{AE} . Geben Sie die Energie E_O des Objektivdeckels als Funktion von μ_O , α_{OE} , r_0 und v_0 an.

(c) Geben Sie die Exzentrizität ϵ und den Parameter p der Bahnkurve des Objektivdeckels an. Drücken Sie Ihr Ergebnis als Funktion von μ_O , α_{OE} , r_0 und v_0 aus.

(d) Die Bewegungsgleichungen für den Objektivdeckel für das Kepler-Problem in Polarkoordinaten lauten:

$$\begin{aligned} \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 &= -\frac{\alpha_{OE}}{\mu_O r^2}, \\ 2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta} &= 0. \end{aligned} \tag{1}$$

Spalten Sie die Bahnkurve des Objektivdeckels in eine kreisförmige Bahnkurve ($r_0(t)$, $\theta_0(t)$) und eine kleine Korrektur auf, indem Sie $r(t) = r_0(t) + r_1(t) + \dots$ und $\theta(t) = \theta_0(t) + \theta_1(t) + \dots$ schreiben. Entwickeln Sie Gl. (1), stellen Sie die Bewegungsgleichungen für $r_1(t)$ und $\theta_1(t)$ auf und lösen Sie diese.

- (e) Bestimmen Sie die Bahnkurve des Objektivdeckels bezüglich des Astronauten und skizzieren Sie diese.
- (f) Beschreiben Sie die Bewegung des Objektivdeckels bezüglich der Erde.
-

Informationen zur Klausur:

Die Klausur findet am 11.02.08 von 17:30 Uhr bis 19:30 Uhr im Gerthsen-Hörsaal und Hörsaal 37 statt, wobei folgende Aufteilung zu beachten ist: Anfangsbuchstabe des Nachnamen

- A-G: Hörsaal 37 ,
- H-Z: Gerthsen-Hörsaal.

Außer weißem Papier und Schreibzeug sind keine Hilfsmittel erlaubt. Die Benutzung von Taschenrechnern, Formelsammlungen, Mobiltelefonen, etc. ist nicht gestattet. Die Rückgabe der Klausur erfolgt am 15.02.08 in den Übungen. Beachten Sie, dass Beschwerden über die Klausur nur unmittelbar nach der Rückgabe vorgebracht werden können.

Die Orientierungsprüfung in theoretischer Physik ist bestanden, wenn in der Klausur (bzw. Nachklausur) 30% der möglichen Punkte erzielt werden.
