

## Übungen (2) zur Experimentalphysik IV „Moderne Physik“

Ss 2006

**Ausgabe:** Do., 27.04.06

**Rückgabe:** Do., 04.05.06 (in Vorlesung)

**Übungsgruppen:**

dienstags 14 h – 16 h in SR E3 (1.4.31)

mittwochs 10 h – 12 h in SR E1 (1.1.26)

Zu der gelesenen und in der Vorlesung besprochenen Literaturlaufgabe 3.a. „Complementarity and Quantum Eraser“ beantworte folgende Fragen und kommentiere die Antworten:

3. a) Wie wird „Interferenz“ bzw. „Welcher-Weg-Information“ gemessen? Begründe, wieso es keine Rolle spielt, welche der optischen Wegphasen  $\Phi_S$ ,  $\Phi_P$  oder  $\Phi_I$  zum Interferenznachweis variiert wird.  
b) Auf welche Weise wird „Welcher-Weg-Information“ gewonnen („quantum marker“) und wieder ausstrahlt („quantum eraser“)? Inwiefern kann man von einer „reversiblen“ Quantenmarkierung reden?  
c) Tatsächlich wird im Experiment nicht ein Paar roter Photonen gleicher Frequenz (halbe Frequenz des blauen Pumpstrahles) erzeugt, sondern verschiedener Frequenzen, 633 und 789 nm. Ist der Energiesatz noch erfüllt? Welche Auswirkung haben die unterschiedlichen Frequenzen auf die beobachteten Interferenzmaxima-Abstände? Wieso kommt durch die unterschiedlichen Frequenzen keine Welcher-Weg Information zustande oder wieso kann man die experimentellen Ergebnisse so beschreiben, als ob die beiden Frequenzen der „roten“ Photonen gleich sind?  
d) Wie kann man im Experiment der Fig. 4 die „Kohärenzlänge“ von 260  $\mu\text{m}$  experimentell bestimmen und wie wird sie auf 800  $\mu\text{m}$  verlängert? Wie groß sind die entsprechenden spektralen Breiten der Wellenpakete?  
e) Wieso sind die „Interferenzkurven“ in den beiden Koinzidenzmessungen (Fig. 3, unten rechts) gegenphasig zueinander?
4. Wieso kann man sagen, dass in diesen Experimenten die Heisenberg'schen Unschärferelationen nicht berührt werden, obwohl „Welcher-Weg-Information“ gewonnen wird? Inwiefern folgt hieraus, dass das Komplementaritätsprinzip und die Heisenberg'sche Unschärferelationen nicht äquivalent zueinander sind? Welcher Sachverhalt ist allgemeiner? Wie könnte man die Heisenberg Unschärfen verallgemeinern, um die Bedingung „Gleichzeitigkeit der komplementären Messungen“ zu vermeiden?

### Literaturaufgaben (reading assignment):

Ergänzend zu (3.a) T. J. Herzog et al.: „Complementarity and the Quantum Eraser“, Phys. Rev. Lett. **75** (1995) 3034-3037 **ab Do., 27.4.06:** (3.d) S. P. Walborn et al.: „Quantenradierer“, Spektrum der Wissenschaft (2004) 32-39 und S. P. Walborn et al.: „Double-Slit Quantum Eraser“, Phys. Rev. A **65** (2002) 033818-1 – 033818-6

**bis Do., 4.5.06:** Kapitel 4.7.1 + 2 „Nichtlineare Optik“ aus Zinth/Körner: Physik III, (Oldenbourg) oder in anderen Physikbüchern äquivalente Kapitel, siehe auch Abschnitt 3.1 von Zitat (1.i).

**bis Do., 11.5.06:** 3.b.3 Adv. Atomic, Molecular and Optical Physics, eds. B. Pederson, H. Walther, Academic Press, New York, Vol. **42** (2000) 29-71; experimentelle Kapitel und Resultate. Beachte auch die anderen unter 3.b genannten Originalarbeiten.

Das Literaturverzeichnis finden Sie im Internet unter:

<http://www.physik.fu-berlin.de/~simons/Literaturliste06.htm>

Die Übungsblätter finden Sie auch im Internet unter:

<http://www.physik.fu-berlin.de/~simons/Uebungen06.html>

Weitere Informationen zur Vorlesung finden Sie im Internet unter:

<http://www.physik.fu-berlin.de/~simons/Stehlik06.html>