

(Wahlpflicht-Modul) Oberseminar für Masterstudenten

Quantenprozesse und Quantenprotokolle

1 Zur Organisation des Seminars

Liebe Studenten und Mitstreiter,

wie angekündigt biete ich im kommenden Sommersemester ein (Wahlpflicht-) **Seminar für Masterstudenten** an, in dem wir verschiedene **Quantenprozesse und Quantenprotokolle** betrachten wollen. Das Ziel ist es, Ihnen (aber auch uns) anhand ausgewählter Themen einen — etwas tieferen — Einblick in dieses aktuelle Forschungsgebiet zu geben. **Der Schwerpunkt des Seminars richtet sich hierbei auf die Wechselwirkung von Photonen und Elektronen mit Atomen (bzw. Ionen).** Doch obwohl dies ein Theorie-Seminar ist, soll es uns hierbei nicht (allein) um mathematische Feinheiten gehen, sondern vor allem um ein erstes Verständnis und (selbst-) kritisches Einlesen in ein aktuelles Thema der modernen Atomphysik bzw. Quanteninformation. Unser gemeinsames Ziel ist es daher, mehr über das Gebiet der elementaren Quantenprozesse und Quantenprotokolle zu lernen und künftig **frei und in einem soliden Kontext darüber sprechen zu können.**

Das Oberseminar für Masterstudenten schließt neben Vorträgen auch ein regelmäßiges Selbststudium sowie eine (zu benotende) schriftliche Ausarbeitung und 2-3 Besprechungen dazu ein. **Eine Vorbesprechung des Seminars, in der wir auch die Themen und vorläufigen Termine zuordnen wollen, ist für den 7. April d.J., 14:00 Uhr im Abbenanum geplant (siehe Stundenplan).**

Das Seminar wendet sich generell an Masterstudenten der Physik, wobei Grundkenntnisse in der Atomphysik und Quantentheorie vorteilhaft sind. Als Grundlage des Seminars wollen wir uns am Sammelband *Atomic Physics with Heavy Ion* von H. F. Beyer und V. P. Shevelko (Eds.) sowie ausgewählte Originalartikel verwenden. — Anbei seien kurz einige Bedingungen und Anforderungen genannt, die mir für eine erfolgreiche Seminarteilnahme wichtig sind.

Ich werde dieses “Dokument” zu gegebener Zeit weiterführen und auf der Webseite unserer Arbeitsgruppe aktualisieren. Bitte nehmen Sie an der Vorbesprechung am 7. April d.J. teil, falls Ihnen die Themen und Bedingungen des Seminars zusagen. Sie können mich einfach auch per Email (s.fritzsche@gsi.de) erreichen.

Ich wünsche Ihnen noch ein paar erholsame Tage und viele Grüße,

Stephan Fritzsche

2 Anforderungen, Bedingungen und Vorgaben zum Seminar

Für eine erfolgreiche Teilnahme am Seminar bitte ich Sie, genug Zeit für die Auseinandersetzung mit dem Thema und die Ausarbeitung des Seminars einzuplanen. Insgesamt bedeuten die 4 *credit points* für dieses Seminar einen (offiziellen) Gesamtaufwand von ca. 120 Arbeitsstunden, die in das Einlesen in das Thema, Nachdenken, evtl. Testrechnungen für einfache Modellsysteme, Konzeption und Ausarbeitung des Vortrages, nochmaliges Nachdenken, etc. fließen soll(t)en. Anbei seien vorab einige – mir persönlich wichtige – Anforderungen und grundsätzliche Vereinbarungen genannt werden, wobei es ja bekanntlich *keine Regeln ohne Ausnahmen* gibt.

- **Wir wollen gemeinsam ein lebendiges Seminar mit (sehr) vielen Fragen und reichlich Diskussion gestalten.** Weniger ist dabei oftmals mehr, insbesondere wenn es um Auswahl und Darstellung sowie das konkrete Verständnis physikalischer Prozesse geht; d.h. es geht uns weniger um Vollständigkeit und Detailtreue, als um die Darstellung grundlegender Zusammenhänge.
- Die Seminarvorträge von etwa 45-50 Minuten zzgl. Diskussion sollen von allen Teilnehmern (nicht nur dem Sprecher) besucht werden; ein einmaliges Fehlen ist hierbei jedem freigestellt.
- Obwohl kompakte Sprech- und Schreibweisen viele Vorzüge für die Entwicklung jedes (Teil-) Gebietes der Physik haben, sollten wir als Physiker daran interessiert sein, alle Notation und Begriffe klar und einfach zu “verstehen” und uns anhand von Beispielen auch verdeutlichen zu können. **Beispiele (und Beispielrechnungen) sind für ein physikalisches Verständnis unumgänglich und sollen sowohl im Vortrag als auch in der schriftlichen Ausarbeitung genügend Raum bekommen.**
- Die vorgeschlagenen Themen betreffen i.d.R. *Einzelvorträge* (und Ausarbeitungen); falls Sie jedoch gut funktionierende Zweiergruppen haben, sind viele dieser Themen ergiebig genug, um sie in zwei Vorträge und *eine* gemeinsame Ausarbeitung aufteilen zu können. Dies hat den Vorteil für Sie, dass Sie sich im Vorfeld untereinander besprechen und gemeinsam diskutieren können, setzt allerdings voraus, dass Sie das Gesamtthema gründlich analysieren und verstehen sollen. Diese Option soll Ihnen kein “Verstecken” hinter anderen Mitstreitern bieten.
- **Bei dem Seminarvorträgen lege ich Wert darauf, daß die vorgetragenen Zusammenhänge zunächst mit möglichst einfachen Worten und Bildern erklärt werden.** In früheren Seminaren habe ich dabei die *Erfahrung* gemacht, daß es oftmals günstiger ist, wenn vorab konkrete Fragenstellungen formuliert und diesen Fragen im Vortrag dann auch klare ‘Antworten’ zugewiesen werden.
- Bitte **formulieren Sie daher bei der Vorbereitung des Vortrages und für die Ausarbeitung 10–15 konkrete Fragen, die Sie diskutieren und beantworten wollen;** diese Fragen sollen den drei Abschnitten: (i) Grundlagen, (ii) Kernthema und (iii) Ausblick zugeordnet sein, wobei dem Kernthema hinreichend Platz (50–70 %) einzuräumen ist. — **Diese Fragen sowie die zugehörigen Antworten sollen im Vortrag klar gekennzeichnet sein und die Fragen auf (1-2) separaten Folien nochmals zugefaßt werden.**
- Die Vorbereitung der Vorträge soll wünschenswerterweise durch **zwei (Vor-) Besprechungen** begleitet werden, wobei ich durch Herrn Beerwerth und evtl. weitere Mitarbeiter aus meiner

Arbeitsgruppe unterstützt werde. Bei der zweiten Besprechung soll dabei ein (fast) fertiger Vortrag vorliegen und diese Besprechung etwa eine Woche vor dem eigentlichen Vortragstermin stattfinden.

- In der **schriftlichen Ausarbeitung sollen auch ausreichend Beispiele vorkommen**, die den Fließtext bzw. den Formalismus nochmals unabhängig verdeutlichen und klar abgehoben sein sollen. Zu dieser schriftlichen Ausarbeitung ist ebenfalls eine Besprechung geplant, in der die (detaillierte) Gliederung und die dargestellten Beispiele kurz erläutert werden sollen. Für die Ausarbeitung wird eine (Latex-) Vorlage zur Verfügung gestellt, die bitte auch bei .doc Dateien ähnlich verwendet werden soll.
- Das Seminar soll auf dem Sammelband *Atomic Physics with Heavy Ion* von H. F. Beyer und V. P. Shevelko (Eds.) sowie einigen ausgewählten Originalartikeln aufbauen. Nutzen Sie ferner bitte die darin enthaltenen Artikel und das Web bzw. Wikipedia, um ein erstes Gefühl für ein passendes Thema zu finden. Einige der Themen setzen stärker mathematische Vorkenntnisse (und entsprechend auch eine gewisse Freude daran) voraus als andere.
- Die nachfolgende Liste (Abschnitt 3) nennt die möglichen Themen, zu denen in der Vorbesprechung im April Sprechern zugeordnet werden können. Wählen Sie für sich bitte 2-3 mögliche Themen, so daß wir im April dann zügig zu einer Einigung kommen werden.

3 Themen zum Seminar

Die nachfolgenden Themen lehnen sich an den Sammelband *Atomic Physics with Heavy Ion* von H. F. Beyer und V. P. Shevelko (Eds.) an und sind daher auf Englisch formuliert. Wir können uns zu Beginn des Seminar auf die konkrete Sprache beim Vortrag und der Ausarbeitung einigen. Für die benötigten Kapitel können ggf. Kopien einzelner Kapitel zur Verfügung gestellt werden.

- ☐ Quantum Electrodynamics of highly-charged ions (Für 2 Vorträge geeignet.)
- ☐ Electron-correlation effects in few-electron atoms
- ☐ Hyperfine structure of highly-charged ions
- ☐ Beta decay of highly-charged ions
- ☐ Electron-impact ionization and recombination of highly -charged ions
- ☐ Projective and generalized measurements
- ☐ Tomographic reconstruction of density matrices
- ☐ Quantum data compression
- ☐ Entanglement and entanglement witnesses (Für 2 Vorträge geeignet.)
- ☐ Entanglement purification
- ☐ Quantum teleportation

- ☐ One-way quantum computations (Für 2 Vorträge geeignet.)
- ☐ Quantum coin tossing
- ☐ Quantum-Zeno effect