



Aufgabenstellungen für die selbständige wissenschaftliche Arbeit

Nach der Bezeichnung der Aufgabenstellung ist in Klammern angegeben, wie viele Schülerinnen/Schüler gleichzeitig daran arbeiten können, wobei im Allgemeinen zwei bzw. drei Schülerinnen/ Schüler eine Gruppe bilden. Daran schließt sich jeweils eine Kurzcharakteristik der Arbeitsaufgabe an.

C 1 'Nanostäbe mittels elektrochemischer Abscheidung' (2 TeilnehmerInnen)

(Institut für Angewandte Physik:

Forschungsgruppe 'Chemische Nanostrukturphysik': Dipl.-Chem. Grisell Reyes Rios, Michael Deffner)

Es werden die Nanoporen einer Templatstruktur aus einer elektrolytischen Lösung mit Metall gefüllt, indem eine elektrische Spannung angelegt wird. Es entstehen dabei Nanostäbe von genau definierter Länge und Durchmesser. Anschliessend werden sie am Rasterelektronenmikroskop untersucht.

G 1 'Rasterelektronenmikroskopie' (2 TeilnehmerInnen)

(Institut für Angewandte Physik, Zentrum für Mikrostrukturforschung:

Forschungsgruppe 'Grenz- und Oberflächenphysik': Dipl.-Phys. Matthias Hille, Dipl.-Phys. André Kobs)

Mittels eines Rasterelektronenmikroskops ist es möglich Strukturen im Nanometerbereich aufzulösen. Dabei wird mit einem Elektronenstrahl die Oberfläche der Probe schrittweise abgerastert. Durch die Wechselwirkung der Elektronen mit den Atomen werden wiederum Elektronen emittiert, die Informationen über die Beschaffenheit der Oberfläche geben. Anhand von einigen Beispielproben aus dem Alltag sollen sich die Schüler mit der Arbeitsweise eines Rasterelektronenmikroskops vertraut machen. Für diesen Versuch können eigene Proben (kleiner als 5 cm) mitgebracht werden.

H 4 'Optische Nahfeldspektroskopie an Oberflächenplasmonen'

(2 TeilnehmerInnen)

(Institut für Angewandte Physik, Zentrum für Mikrostrukturforschung:

Forschungsgruppe 'Halbleiterphysik': Dipl.-Phys. Jens Ehlermann)

Wir untersuchen mit optischer Nahfeldspektroskopie kollektive Elektronenschwingungen, so genannte Oberflächenplasmonen, an der Oberfläche eines gitterperiodisch modulierten Goldfilms. Wir zeigen, dass sich stehende Oberflächenplasmonen auf dem Gitter ausbilden. Oberflächenplasmonen sind viel versprechende Kandidaten zur schnellen und hoch integrierten Informationsverarbeitung in zukünftigen optoelektronischen Bauteilen.

K 1 'Thermoelektrik' (3 TeilnehmerInnen)

*(Institut für Angewandte Physik, Zentrum für Mikrostrukturforschung:
Forschungsgruppe 'Multifunktionale Nanostrukturen': Dipl.-Phys. Bacel Hamdou, Dipl.-Phys.
Johannes Gooth, Dipl.-Phys. William Töllner)*

Thermoelektrische Materialien werden sowohl zur Kühlung als auch zur Stromerzeugung genutzt. Mit Hilfe von Nanotechnologie kann die Effizienz thermoelektrischer Materialien deutlich verbessert werden. An einem handelsüblichen Peltier-Element werden zunächst die zugrundeliegenden Effekte untersucht. Anschließend sollen in unserem Labor thermoelektrische Nanostrukturen hergestellt und mittels Elektronenmikroskopie sowie thermischen Messungen charakterisiert werden.

N 2 'Hochtemperatur-Supraleiter im Magnetfeld' (3 TeilnehmerInnen)

*(Institut für Angewandte Physik, Zentrum für Mikrostrukturforschung:
Forschungsgruppe 'Nanostrukturphysik': Dipl.-Phys. Till Benter)*

In einem inhomogenen Magnetfeld bewirkt der sogenannte Meissner-Effekt, dass ein supraleitender Körper zu schweben beginnt. Dieser Effekt lässt sich für eine neue Art von Motoren und Lagern ausnutzen.

N 5 'Magnetische Speichermedien' (3 TeilnehmerInnen)

*(Institut für Angewandte Physik, Zentrum für Mikrostrukturforschung:
Forschungsgruppe 'Nanostrukturphysik': Christian Adolff, Dipl.-Phys. Matthias Pues)*

Die nichtflüchtige Speicherung von Information basiert heute im Wesentlichen auf magnetischen Materialien. Technologisch besonders wichtig sind Speicherbänder und Festplatten. Mit unserem Magnet-Kraftmikroskop kann ein orts aufgelöstes Bild der magnetischen Struktur eines solchen Speichermediums aufgenommen und ausgemessen werden

R 1 'Rastertunnelmikroskopie' (3 TeilnehmerInnen)

*(Institut für Angewandte Physik, Zentrum für Mikrostrukturforschung:
Forschungsgruppe 'Rastensensormethoden': Dr. André Kubetzka)*

Das Rastertunnelmikroskop nutzt den quantenmechanischen Tunneleffekt aus und erlaubt es, Oberflächen von Metallen und Halbleitern mit atomarer Auflösung abzubilden. Unter Umgebungsbedingungen kann man die atomaren Schichten von Gold- und/oder Graphitoberflächen sichtbar machen.

R 2 'Rasterkraftmikroskopie' (2 TeilnehmerInnen)

*(Institut für Angewandte Physik, Zentrum für Mikrostrukturforschung:
Forschungsgruppe 'Rastensensormethoden': Dr. Alexander Schwarz)*

Mit Hilfe der 1986 entwickelten Technik der Rasterkraftmikroskopie ist es möglich, Oberflächenstrukturen bis in den atomaren Bereich aufzulösen. Anhand von diversen Testsystemen (Compact Disc, Computerchip und Graphit) wird eine Einführung in diese neuartige Technologie gegeben.

T 1 'Von der Schneeflocke zum Diamanten: Quantenphysik in unserer Umgebung' (8 TeilnehmerInnen)

(I. Institut für Theoretische Physik:

Arbeitsbereich 'Quantenmagnetismus und elektronische Korrelation': Prof. Dr. Alexander Lichtenstein, Dipl.-Phys. Burkhard Sachs)

Elektronen bestimmen die Eigenschaften aller Materie, die uns umgibt. Moderne Computersimulationen erlauben es die Bewegung der Elektronen in Atomen, Molekülen und Festkörpern zu verstehen. Anhand von Beispielen werden die Möglichkeiten dieser Methoden gezeigt: Es kann bei der Entstehung einzelner Moleküle zugesehen werden und der Übergang von weit entfernten Atomen zum stark gebundenen Festkörper simuliert werden.

T 2 'Monte Carlo Methoden – Kann man physikalische Gesetze ausknobeln?'

(8 TeilnehmerInnen)

(I. Institut für Theoretische Physik:

Arbeitsbereich 'Nichtgleichgewichtsdynamik': Prof. Dr. Michael Thorwart, Dr. Peter Nalbach, Dr. Martin Stier und M.Sc. Jochen Brüggemann)

Monte Carlo Methoden sind ein mächtiges Werkzeug der modernen Physik. Für Modellrechnungen von komplexen Quantensystemen macht man sich deren statistische Eigenschaften zu Nutze, um interessante Messgrößen mit Hilfe von Zufallszahlen zu berechnen. In diesem Projekt soll eine kurze Einführung in die grundlegenden Ideen und Anwendungsmöglichkeiten von Monte-Carlo Methoden gegeben werden. Im Anschluss werden wir einfache praktische Monte-Carlo-Rechnungen mit ausgewürfelten Zufallszahlen durchführen. Konkret werden wir die an einem System geleistete Arbeit unter Einfluss einer wirkenden Kraft berechnen.

T 3 'Quantenmechanik und Tunneln: Kann man durch die Wände gehen?'

(8 TeilnehmerInnen)

(I. Institut für Theoretische Physik:

Arbeitsbereich 'Quantentheorie der kondensierten Materie': PD Dr. Alexander Chudnovskiy)

Die Heisenbergsche Unschärferelation liegt der Quantenmechanik zugrunde. Dieser Relation zufolge kann ein Teilchen durch eine klassisch undurchdringbare Barriere, also durch eine Wand, durchtunneln. Im Laufe der einführenden Vorlesung und anschließenden numerischen Experimenten werden wir das Phänomen des Tunnelns untersuchen.

Wenn ein Teilchen durch die Wand tunneln kann, und ein Mensch aus vielen Teilchen besteht, kann auch ein Mensch durch die Wand gehen?

T 4 'Das Doppelspalt-Gedankenexperiment und seine Konsequenzen'

(8 TeilnehmerInnen)

(I. Institut für Theoretische Physik: Arbeitsbereich 'Vielteilchensysteme und quantenstatistische Methoden': Dipl.-Phys. Maximilian Aulbach, Prof. Dr. Michael Potthoff, Dipl.-Phys. Andrej Schwabe)

Die scheinbar heile Welt der klassischen Physik wurde Anfang des 20. Jahrhunderts durch die Quantenmechanik abgelöst. Mit ihr zogen Indeterminismus, Unbestimmtheit und Nichtlokalität in unser grundlegendes Verständnis von der Natur ein. Das Doppelspalt-Gedankenexperiment bietet die Möglichkeit, erste Bekanntschaft mit der Quantenphysik zu machen.

ZNF 1 `Versuch zur Gammaskpektrometrie` (4 TeilnehmerInnen)

(Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung: Prof. Dr. Martin B. Kalinowski, Frederik Postelt, Martin Weil)

Radioaktivität ist ein Phänomen des Alltags. Besonderes Augenmerk liegt auf Fragen zur Sicherheit der Bevölkerung, wobei Gefahrenpotential auch von der Art des radioaktiven Materials abhängt. Um dieses voneinander zu unterscheiden, werden die von radioaktiven Substanzen emittierte Gammaquanten genutzt. Die Energie der Gammaquanten wird mit Detektoren gemessen und ihre Verteilung in Form eines Spektrums erfasst. In diesem Energiespektrum kommen bestimmte (diskrete) Werte vor, die für jedes radioaktive Element charakteristisch sind und eine Unterscheidung der Substanzen von einander ermöglichen. Das Prinzip des Nachweises soll im Rahmen des Versuches ebenso vermittelt werden wie Grundlagen zur Radioaktivität im Alltag.

Am Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung (ZNF), dem diesen Versuch ausrichtenden Institut, werden unter anderem Fragestellungen zur Aufdeckung illegal transportierter radioaktiver Substanzen behandelt. Neben technischen Aspekten des Einsatzes von Detektionssystemen, werden deren gesellschaftlich-politischen Konsequenzen ebenfalls bewertet.

Änderungen vorbehalten!