

Gespeicherte und gekühlte Ionen Atomare und molekulare Quantendynamik



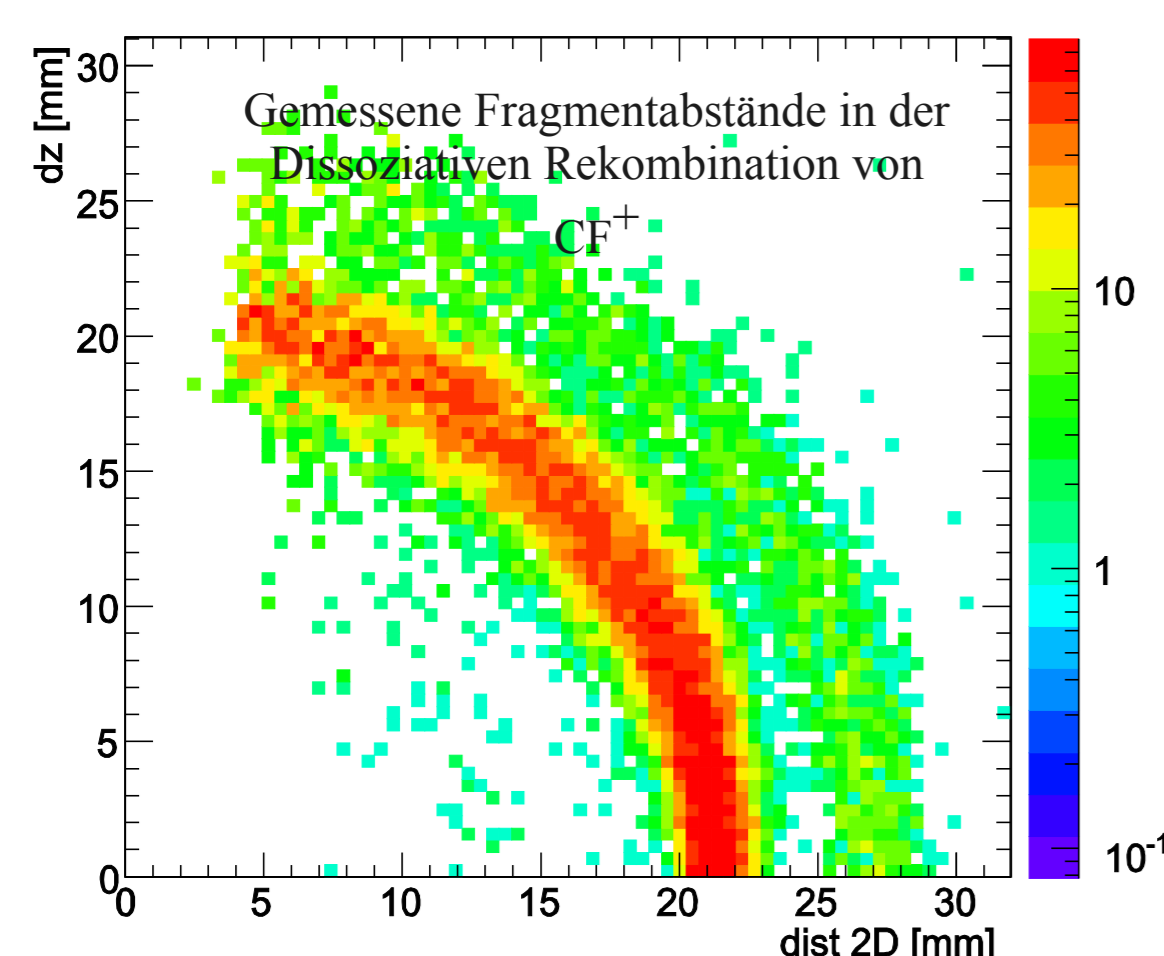
Möchtest Du

- aufregende Experimente mit molekularen Systemen durchführen?
- in einem jungen, internationalen Team arbeiten?
- an internationalen Forschungsprojekten teilnehmen?
- Einblicke in neueste experimentelle Technologien erhalten?
- die Vielfalt der Experimentalphysik kennen- und schätzen lernen?

Ja?

Dann schau Dir die folgenden Projekte an!
Alle Projekte sind für die Miniforschung ausgelegt, können aber auch zu Diplom- und Doktorarbeiten erweitert werden: Wir stehen gerne bei Fragen zur Verfügung.

Untersuchung einzelner Molekülaufbruch-Prozesse mit 3-dimensionaler Kameratechnologie

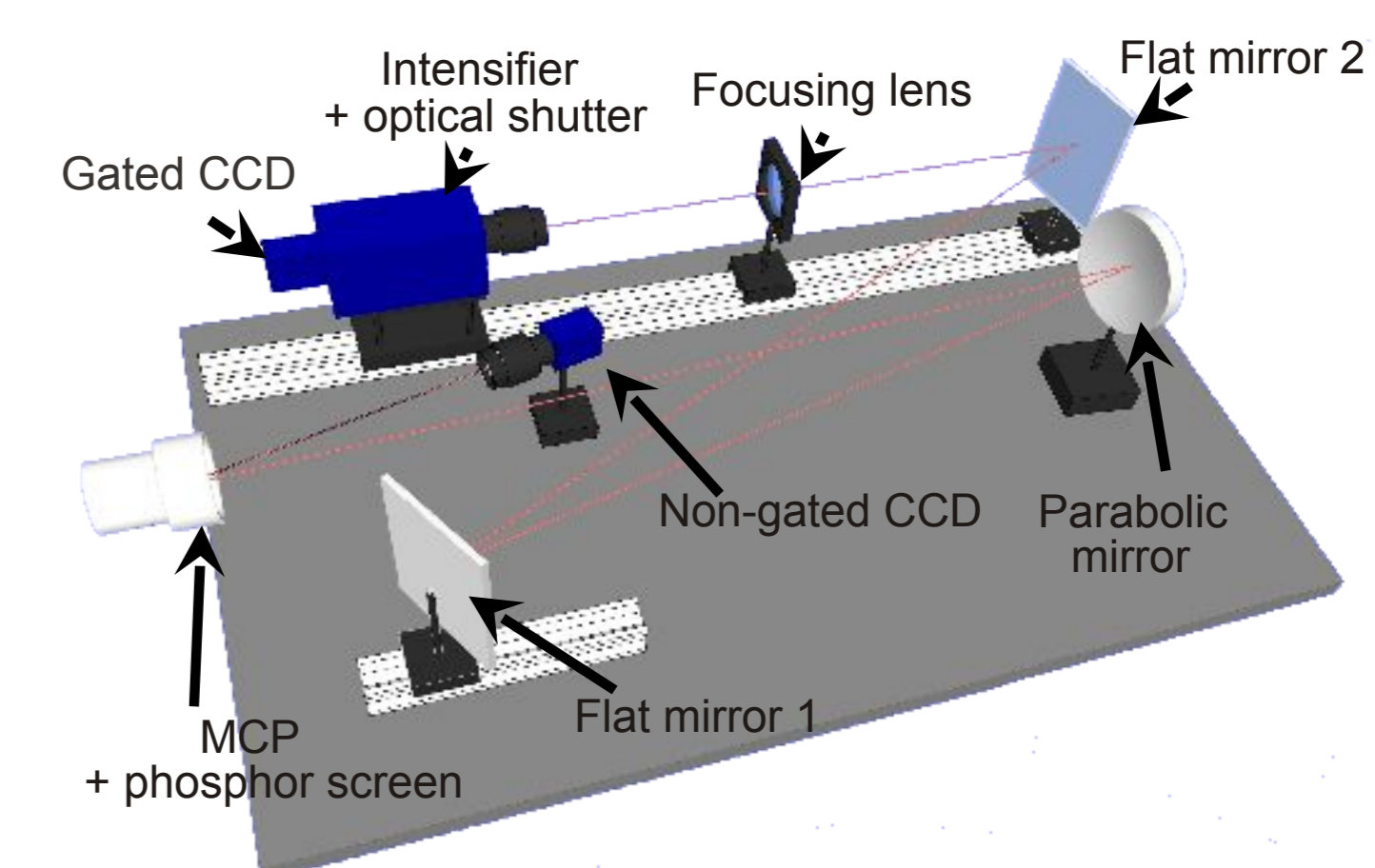


Die Dynamik der Fragmentierung einzelner Molekülionen in Stößen mit kalten Elektronen lässt sich sehr genau über eine Messung der Fragmentabstände mit unserem dreidimensionalen Kamerasystem beobachten. Zeitdifferenzen im Nanosekundenbereich werden dadurch zugänglich und ermöglichen eine dreidimensionale Rekonstruktion der Aufbruchgeometrie, welche wiederum Einblicke in die molekulare Quantendynamik schafft.

In gezielten Experimenten im Rahmen einer Miniforschungsarbeit soll die Genauigkeit dieser Kamera bei der Zeitmessung weiter erhöht werden. Speicherringexperimente an Molekülen wie O_2^+ , H_3^+ , CH_2^+ erweitern dieses Projekt zu einer abwechslungsreichen und anspruchsvollen Diplom-/Master- oder Doktorarbeit.

Interesse an

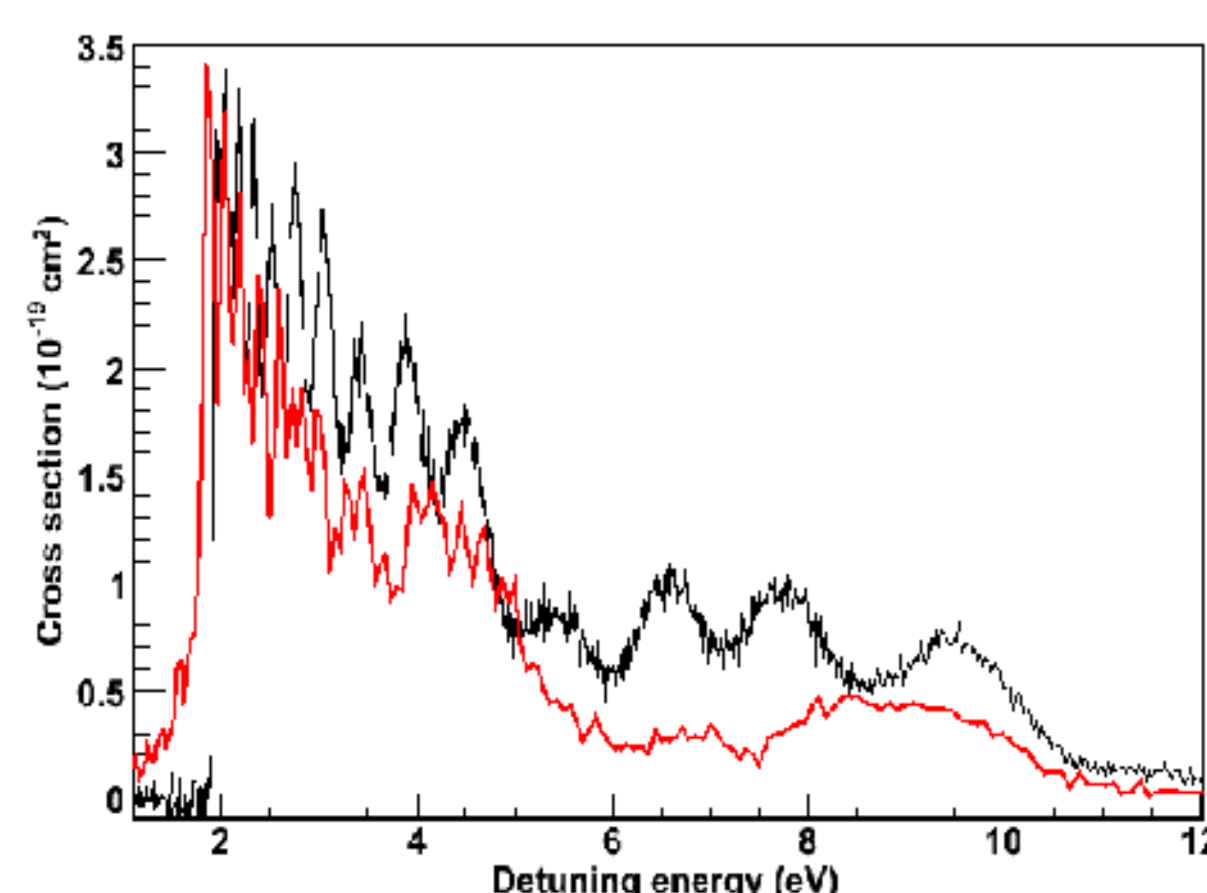
- Experimentelle Molekülphysik mit kalten Elektronen
- Arbeit und Weiterentwicklung von Detektoren zur 3-D Fragmentabbildung (schnelle Bildverstärker, Zwillings-CCD-Kamerasystem)
- Speicherringexperimente in Heidelberg
- Datenanalyse eigener Messungen



Schematischer Aufbau des 3D-Kamerasystems zur Bestimmung der Aufbruchgeometrie in Fragmentationsprozessen.

Kontaktperson: O. Novotny

Bestimmung der Produktionsrate negativer Ionen aus Elektronenstößen mit Molekülionen



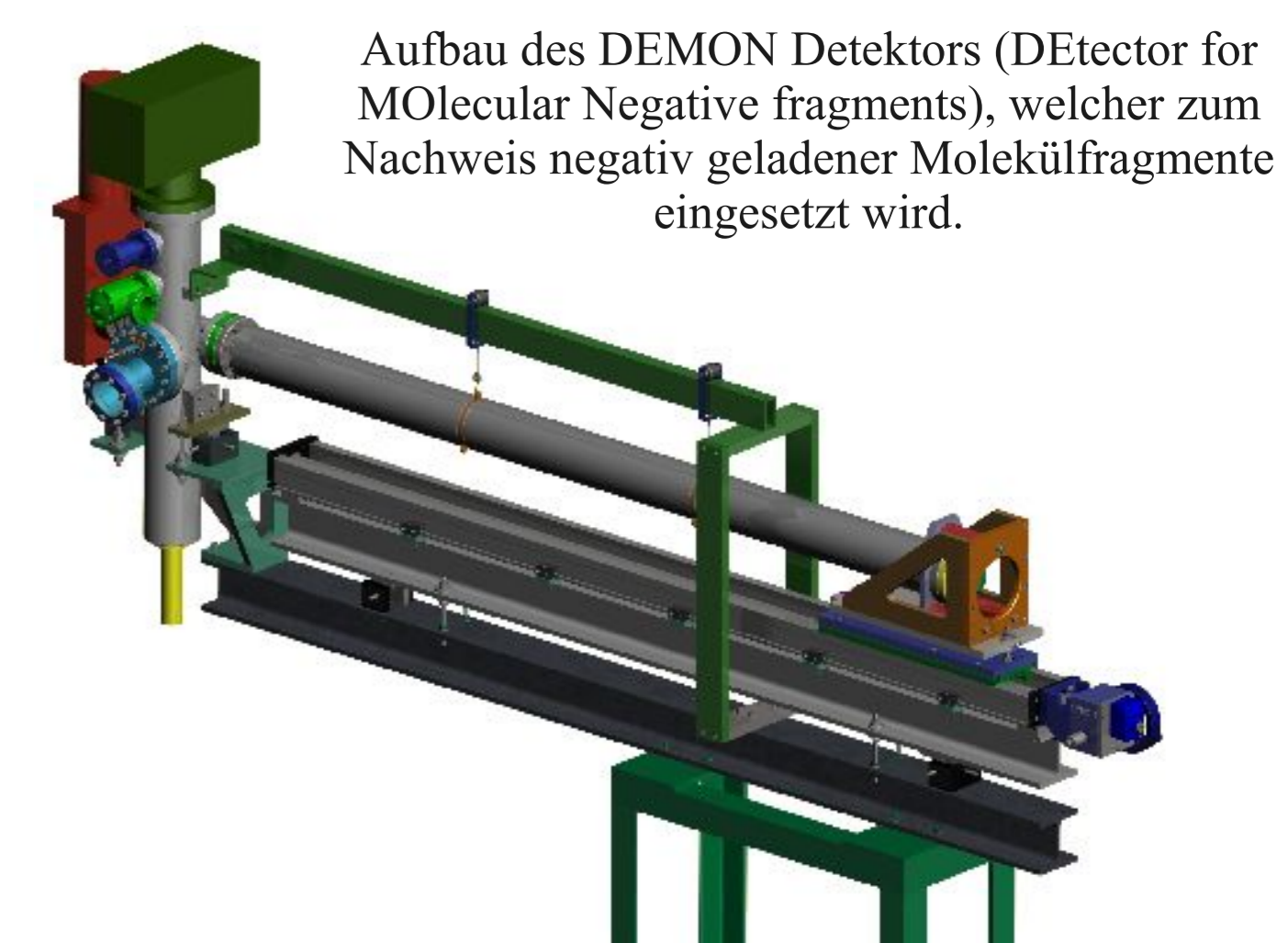
Die Reaktionsgeschwindigkeit angeregter positiver Molekülionen mit kalten Elektronen, beschrieben durch den Ratenkoeffizienten, ist in unterschiedlichen Bereichen der Physik und der Industrie von großer Bedeutung, so z.B. in der Astrochemie und der Halbleiterindustrie. Die derzeit genauesten Messungen des Ratenkoeffizienten von Elektron-Ionen Reaktionen lassen sich an Schwerionenspeicherringen, wie dem TSR in Heidelberg, durchführen.

Innerhalb eines Miniforschungsprojektes wird die H^- Produktion aus Elektronenstößen mit H_2^+ untersucht und hierzu Daten bereits durchgeführter Experimente analysiert. Die Abhängigkeit der Reaktion von der Elektronenenergie als auch der internen Anregung des Molekülions sind dabei von zentralem Interesse. Darauf aufbauend gibt es die Möglichkeit den Prozess bei anderen Molekülen in eigenen Experimenten im Rahmen einer Diplom- oder Doktorarbeiten zu untersuchen

Interesse an

- Experimenteller Molekülphysik mit kalten Elektronen
- Datenanalyse von Experimenten zur Ratenmessung
- Datenverarbeitung mit Hilfe von ROOT (verbreitetes System am CERN; C++ Kenntnisse von Vorteil)
- Speicherringexperimenten in Heidelberg

Kontaktperson: O. Novotny



Aufbau des DEMON Detektors (DEtector for MOlecular Negative fragments), welcher zum Nachweis negativ geladener Molekülfragmente eingesetzt wird.

Inbetriebnahme eines VME Auslesesystems für einen Multistreifen Detektor



Foto des energiesensitiven Multistreifen Detektors vor dem Einbau in die Hochvakuumdetektorkammer am TSR

Mehratomige Moleküle tragen entscheidend zur Kühlung interstellarer Wolken bei, eine grundlegende Voraussetzung für die Entstehung von Sternen. Eine Modellierung dieser Umgebungen verlangt daher genaueste Kenntnisse über die Reaktionsketten und dabei insbesondere der Zerstörungsmechanismen der Moleküle.

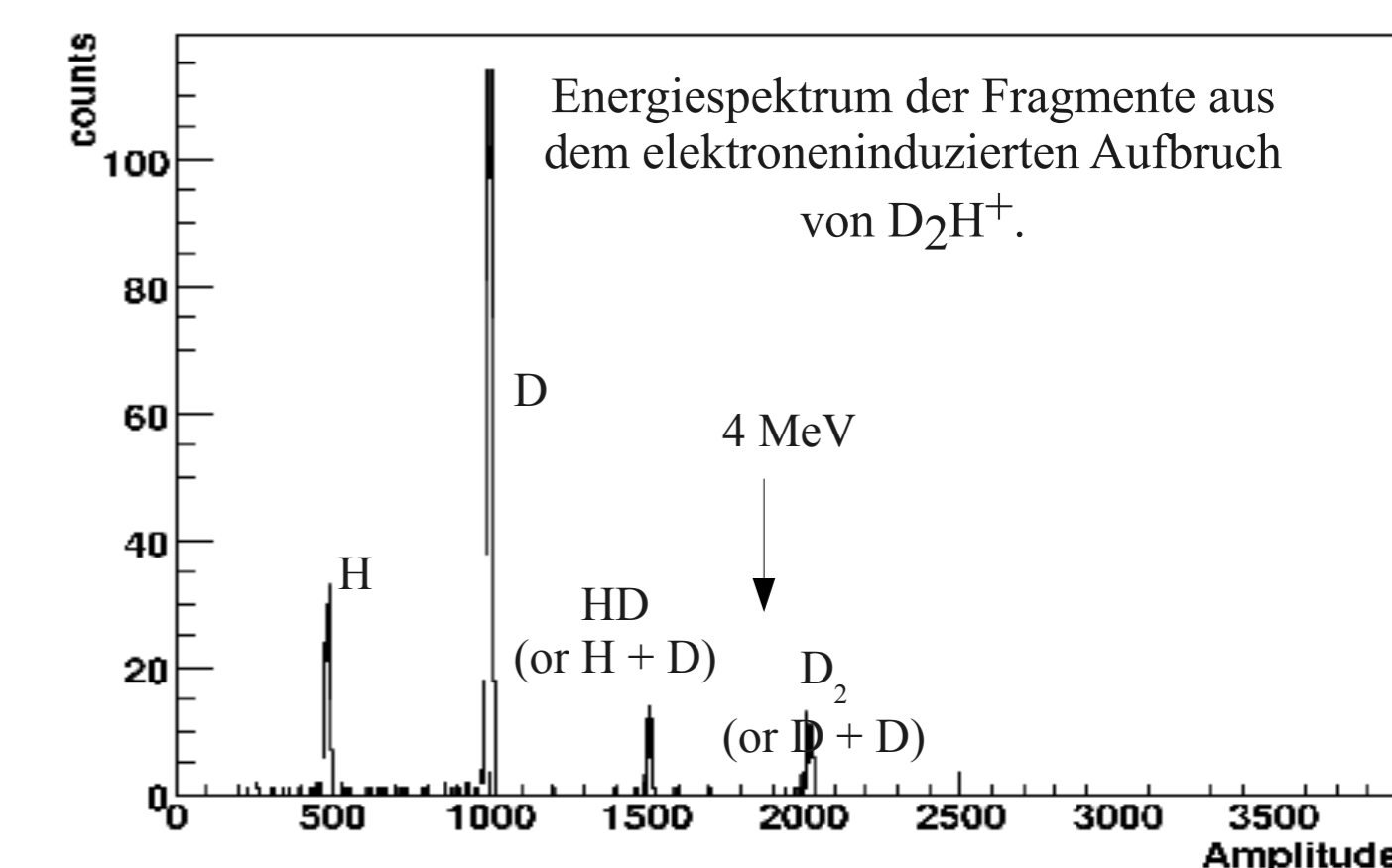
Mit der Inbetriebnahme eines neuen energieempfindlichen Multistreifen Halbleiterdetektors haben wir seit Herbst 2008 die Möglichkeit die Reaktionsraten einzelner Fragmentationskanäle mehratomiger Molekülionen in kalten Elektronenstößen in Speicherringexperimenten zu untersuchen.

Für eine Verbesserung der Detektorauslese soll nun im Rahmen eines Miniforschungsprojektes eine eigene VME-Bus-System Elektronik in Betrieb genommen und getestet werden. Für interessierte Studenten, lässt sich dieses Projekt auch in längere Forschungsarbeiten (Diplom-, Doktorarbeit) erweitern, wo dann auch die Möglichkeit besteht Experimente mit astrophysikalisch interessanten Molekülen durchzuführen.

Interesse an:

- Experimenteller Molekülphysik mit astrophysikalischen Fragestellungen
- Ausleseelektronik für komplexe Detektoren
- Speicherringexperimenten in Heidelberg

Kontaktperson: O. Novotny



Laserspektroskopie in der kalten Ionenfalle

In der Hochfrequenz-22-Pol Ionenfalle werden H_3^+ -Molekülionen auf interstellare Temperaturen von 10 bis 70 K abgekühlt. Bei diesen tiefen Temperaturen befinden sich die Ionen in ihren niedrigsten Quantenzuständen. Die kalten H_3^+ -Ionen können für mehrere Sekunden gespeichert werden und dabei mit Hilfe von Laserspektroskopie untersucht werden. Um hochangeregte Quantenzustände von H_3^+ und deren Aufbruch studieren zu können, muss das Ion mit Lasern zunächst angeregt werden. Da das H_3^+ -Ion dabei seine Geometrie um so stärker verändert, je höher die Anregungsenergie wird, sind direkte Laserübergänge aus dem Grundzustand nur sehr schwach bzw. sogar zu schwach. Neu zu entwickelnde Verfahren basierend auf der stufenweisen Anregung durch mehrere Laserfrequenzen sollen jedoch den Zugang zu bisher unerforschten Bereich stark deformierter H_3^+ -Ionen ermöglichen. Darüber hinaus erfordert der Nachweis einzelner angeregter H_3^+ -Ionen ein Detektionsverfahren mit extrem hoher Sensitivität. Für interessierte Studenten gibt es hier unterschiedliche Einstiegsmöglichkeiten angefangen bei Miniforschungsprojekten bis hin zu Diplom- und Doktorarbeiten

Kurze Atom-/Molekülstrahlpulse zur Steuerung von laserinduzierten chemischen Reaktionen

Laserinduzierte chemische Reaktionen lassen sich zur Zählung angeregter Molekülionen verwenden. Hierzu wird ein Testgas als Reaktionspartner benötigt, dessen zeitlich kontrollierter Einsatz es erlaubt, den Messzeitraum genau zu definieren. Ein speziell angefertigtes, gepulstes Ventil mit kurzen Schaltzeiten soll dies ermöglichen. Der kontrollierte Einlass des Testgases verhindert dabei eine Verunreinigung der Experimentierregion und erlaubt so Fallentemperaturen unterhalb des Testgasgefrierpunktes bei gleichzeitiger Minimierung unerwünschter Reaktionen.

Interesse an

- Experimenteller Molekülphysik in kalter Umgebung
- Radiofrequenztechnik
- Kryogener Technologien

Modellierung und gezielte Beeinflussung der Ionen-Geschwindigkeitsverteilung in einer kalten Ionenfalle

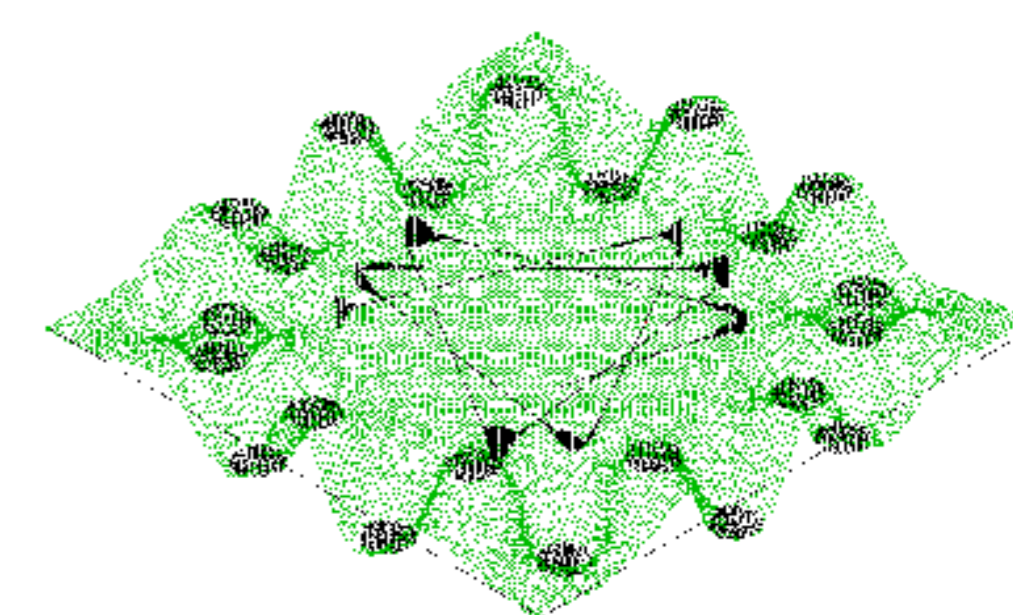
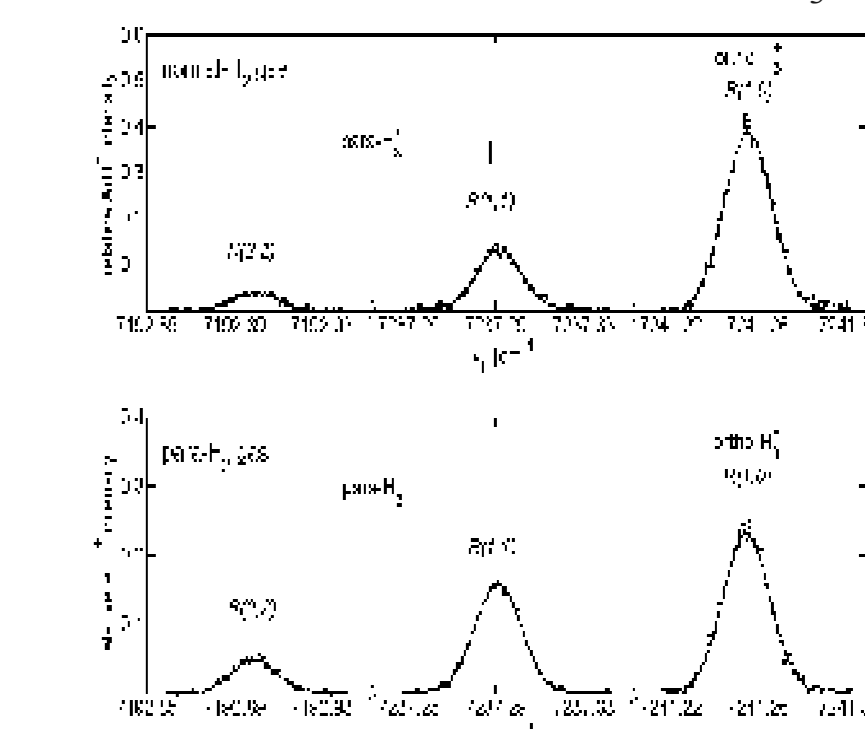
Mit Simulationsprogrammen wie SIMION lassen sich die Ionenbewegungen in Hochfrequenz-Ionenfallen modellieren. Beispielsweise verlangt ein empfindlicher Nachweis laserinduzierter chemische Reaktionen in der Falle eine kontrollierte Extraktion der Ionen. Dafür sollen neue und verbesserte Verfahren mit Hilfe von Modellrechnungen und entsprechender Experimenten erarbeitet werden.

Interesse an

- Programmieren (Erfahrung von Vorteil, aber nicht notwendig)
- Kinematik gespeicherter Ionen
- Radiofrequenztechnik

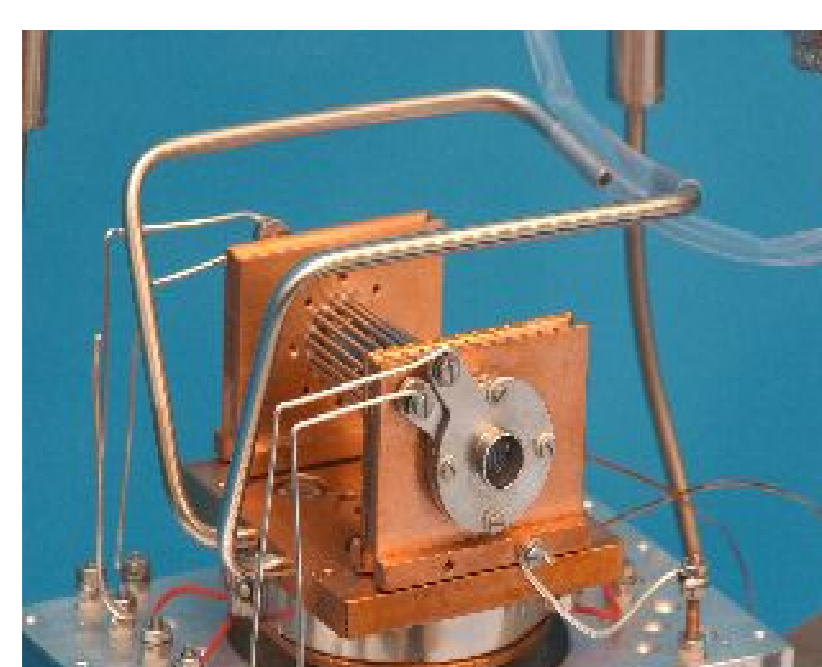
Kontaktperson: A. Petrigani

Absorptionslinien von ortho and para H_3^+



Ionentrajektorien in der Falle

22-Pol Falle



Laserspektroskopie

Mehr Informationen:

www.mpi-hd.mpg.de
www.mpi-hd.mpg.de/blaum/molecular-qd/index.de.html

Besucheradresse:

Max-Planck-Institut für Kernphysik
Gespeicherte und gekühlte Ionen
Leitung: Prof. Dr. Klaus Blaum
Saupfercheckweg 1
Gebäude: Gentnerlabor
69117 Heidelberg

Kontakte:

Prof. Andreas Wolf
andreas.wolf@mpi-hd.mpg.de,
Raum 213, Tel. 516503

Dr. Annemieke Petrigani
annemieke.petrignani@mpi-hd.mpg.de,
Raum 217, Tel. 516517

Dr. Oldrich Novotny
oldrich.novotny@mpi-hd.mpg.de,
Raum 215, Tel. 516547

**Wir freuen uns
auf dich
am MPI-K!**

