



MPIK-NEWS

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,
Ehemalige und Freunde des MPIK,



vom 4. bis 6. April dieses Jahres wurde das Institut vom Fachbeirat begutachtet; an der abschließenden Sitzung des Gremiums am 6. April nahmen Präsident und Vizepräsident der MPG teil.

Inzwischen liegt der Bericht des Fachbeirats vor und ich freue mich sehr, dass er uneingeschränkt positiv ist. Dem Institut auf seiner ganzen Breite werden hohe nationale und internationale Sichtbarkeit und ausgezeichnete wissenschaftliche Leistungen bescheinigt. Der Fachbeirat sieht das Institut in mehreren seiner Arbeitsgebiete weltweit an der Spitze der Forschung.

Diese Anerkennung gilt natürlich Ihnen allen, die Sie die Wissenschaft am Institut machen oder ermöglichen, sei es nun als Wissenschaftler/in oder als Mitglied unserer technischen Infrastruktur und Verwaltung. Ich möchte Ihnen allen ganz herzlich für Ihre Beiträge zu den hervorragenden Leistungen des Instituts danken!

Ihr

Prof. Dr. Werner Hofmann
(Geschäftsführender Direktor)

In dieser Ausgabe

Empfindlichstes „Auge“ für Dunkle Materie 1
 Neuer Ionisationsweg in Wasserstoffmolekülen identifiziert 2
 Neue Gruppe „NEWFO“ 2
 Kurzmeldungen, Namen & Notizen..... 3
 Festkolloquium zum 80. Geburtstag von Heinz Völk 4
 Neue Quantendynamik-Labore..... 4
 Fachbeirat 4

Empfindlichstes „Auge“ für Dunkle Materie

Bereits nach 30 Tagen Messzeit erweist sich XENONIT als der weltweit empfindlichste Detektor für Dunkle Materie.

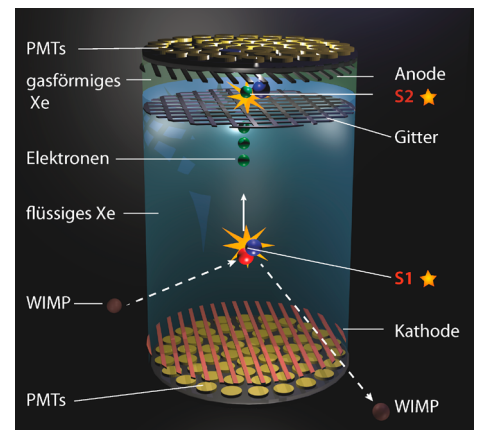
Der direkte Nachweis Dunkler Materie und die Erforschung ihrer Eigenschaften ist eines der wichtigsten Ziele der modernen Teilchenphysik. Dazu suchen Forscher mit höchstempfindlichen Detektoren nach den extrem schwachen Wechselwirkungen der Dunkle-Materie-Teilchen mit normalen Teilchen.

Die XENON-Kollaboration hat sich nun mit ihrem neuen Instrument XENONIT an die Spitze gesetzt. Die Daten der ersten 30 Messtage zeigen, dass dieser Detektor den bisherigen Rekord für die geringste Radioaktivität deutlich verbessert. Diese ist um viele Größenordnungen niedriger als in der normalen irdischen Umgebung. Radioaktivität erzeugt Störsignale, vergleichbar mit dem Licht der Städte, das den Blick auf den Sternenhimmel beeinträchtigt. XENONIT verwendet etwa 3200 kg des flüssigen Edelgases Xenon als Detektormaterial und ist damit der größte jemals gebaute Detektor seiner Art.

Astronomen bauen ihre großen Teleskope auf abgelegene hohe Berge, wo die Nächte dunkel sind. Um das radioaktive „Störlicht“ zu entfernen, muss man anders vorgehen: Gut geschützt vor kosmischer Strahlung ist das XENONIT-Instrument seit Herbst 2016 im italienischen Gran-Sasso-Untergrundlabor im Messbetrieb. In einem dreistöckigen Gebäude ist die für den Betrieb des Experiments notwendige Technik untergebracht. Ein riesiger stählerner Wassertank daneben ist mit hochreinem Wasser gefüllt, das den Detektor in seiner Mitte vor Strahlung aus der Umgebung und restlicher kosmischer Strahlung schützt. Der eigentliche Detektor, eine sogenannte Flüssig-Xenon-Zeit-Projektionskammer, befindet sich in einem Isoliergefäß, das dafür sorgt, dass das flüssige Xenon -95°C kalt bleibt.

Aber selbst perfektes Abschirmen gegen äußere Einflüsse ist nicht ausreichend, weil alle Materialien auf der Erde geringe Spuren von natürlicher Radioaktivität enthalten. Um möglichst wenig davon

in den Detektor einzubringen, wurden alle verwendeten Materialien sorgfältig ausgewählt, verarbeitet und gereinigt. Nur so gelang es, das Zentrum von XENONIT zu einem der reinsten Orte des Universums zu machen. Dies ist Voraussetzung, die extrem seltenen Signale von Dunkler Materie zu finden.



Schema der Zeit-Projektionskammer.

Wenn ein Teilchen in flüssigem Xenon wechselwirkt, entstehen winzige Lichtblitze. Die XENON-Wissenschaftler registrieren diese und bestimmen daraus den Ort der Wechselwirkung und die Energie des Teilchens – und ob es Dunkle Materie sein könnte oder nicht. Infrage dafür kommen nur Ereignisse im Zentrum des Detektors, das etwa eine Tonne Xenon umfasst. Das äußere Xenon bildet eine zusätzliche Abschirmschicht gegen restliche Spuren von Radioaktivität im Material.

Schon mit den in den ersten 30 Tagen gesammelten Daten übertrifft die Empfindlichkeit von XENONIT alles bislang dagewesene. XENONIT ist damit in bisher unerforschten Terrain eingedrungen, wo es aber noch keine Dunkle Materie gefunden hat. Im Rennen um die Entdeckung der Dunklen Materie ist XENONIT in einer ausgezeichneten Position.

Kontakt:
 Manfred Lindner, Teresa Marrodán,
 Hardy Simgen
Publikation:
 First Dark Matter Search Results from
 the XENONIT Experiment.
 arXiv:1705.06655

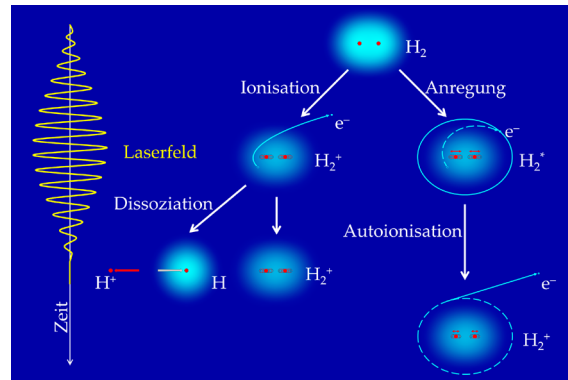
Neuer Ionisationsweg in Wasserstoffmolekülen identifiziert

Wie reagiert molekularer Wasserstoff auf Beschuss mit intensiven ultrakurzen Laserpulsen?

Ultrakurze Laserpulse spielen eine Schlüsselrolle für die Kontrolle molekularer Reaktionen, da sie direkt auf die Dynamik der für die chemische Bindung verantwortlichen Elektronen Einfluss nehmen. Bei der einfachen Ionisation des Wasserstoffmoleküls H_2 in einem starken Laserfeld kann das verbleibende Molekülion H_2^+ entweder stabil bleiben oder in ein Proton (H^+) und ein neutrales Wasserstoffatom (H) zerbrechen („dissoziieren“). Die dissoziative Ionisation ist ein zweistufiger Prozess: Zuerst werden mehrere Photonen aus dem Laserfeld absorbiert, um ein Elektron freizusetzen. Das H_2^+ -Molekülion kann dann durch Absorption eines weiteren Photons in einen nicht mehr gebundenen Zustand angeregt werden und bricht auseinander. Hierbei „weiß“ das freie Elektron nichts von dem nachfolgenden Prozess.

Überraschenderweise ergaben Messungen aber deutlich mehr langsame Elektronen für den Fall, dass das Molekülion gebunden bleibt als wenn es dissoziiert, während sich für schnelle Elektronen kein Unterschied zeigte. Es muss also einen weiteren Ionisationsmechanismus geben, der langsame Elektronen produziert ohne dass die chemische Bindung aufbricht. Die Kerne befinden sich nach der Ionisation nicht mehr im Gleichgewicht und werden dadurch in Schwingungen versetzt. Dies geschieht auch, wenn das Elektron vom Laserfeld nur in einen hochangeregten Zustand angehoben wird, also in großem Abstand die

Kerne umkreist. Jetzt kann Bewegungsenergie der schwingenden Kerne auf das schwach gebundene Elektron übergehen und dieses regelrecht „abschütteln“. Dieser Autoionisation genannte Prozess braucht aber Zeit – länger als die Dauer (ca. 25 Femtosekunden = $2,5 \times 10^{-14}$ s) eines ultrakurzen Laserpulses.



Reaktionspfade zur Ionisation und Dissoziation von molekularem Wasserstoff in einem intensiven Femtosekunden-Laserpuls.

Diese Eigenschaft ermöglichte nun folgenden Trick, um das Modell zu testen: Überlagert man den Laserpuls mit einem weiteren der doppelten Frequenz, weist das elektrische Feld je nach Einstellung vorzugsweise nach rechts oder links. Dies wiederum bewirkt eine asymmetrische räumliche Verteilung der freigesetzten Elektronen – ihnen wird bevorzugt eine der beiden Flugrichtungen aufgeprägt. Verlässt aber ein Elektron erst nach Abklingen des Laserpulses das Molekül durch Autoionisation, erfährt es diese Asymmetrie nicht.

Das Ergebnis zeigt, dass die Asymmetrie bei langsamen Elektronen für dissoziative Ionisation deutlich größer ist, als wenn das Molekül gebunden bleibt. Ein bestimmter Anteil der Elektronen kann also erst nach dem Laserpuls freigesetzt worden sein und stammt folglich aus der Autoionisation.

Kontakt:

Robert Moshhammer, Thomas Pfeifer

Publikation:

Electron-Nuclear Coupling through Autoionizing States after Strong-Field Excitation of H_2 Molecules
PRL 188, 183201 (2017), doi: 10.1103/PhysRevLett.118.183201

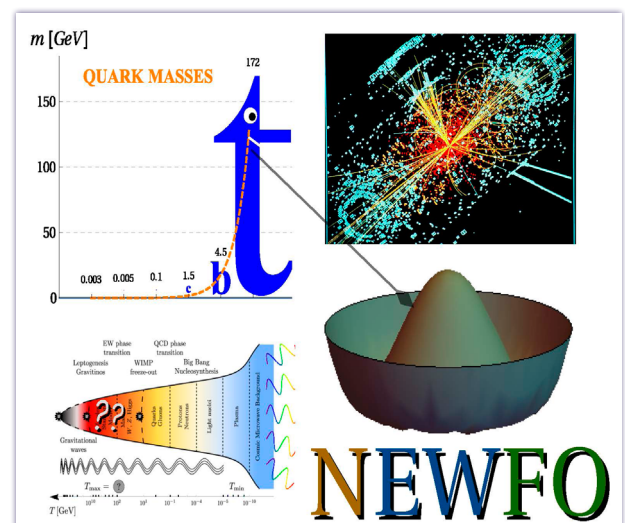
Neue Gruppe „NEWFO“

Dr. Florian Goertz war im Auswahlverfahren der Max-Planck-Gesellschaft für neue selbstständige Forschergruppen erfolgreich. Seit Anfang dieses Jahres leitet er am MPIK die Theoriegruppe „NEWFO – Neue Physik, Elektroschwache Symmetriebrechung und Flavor“.

In enger Zusammenarbeit mit der Abteilung von Manfred Lindner wird er erforschen, wie die Natur auf kleinsten Längenskalen beschrieben werden kann und wie das Standardmodell der Teilchenphysik dementsprechend erweitert werden muss.

Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem Sektor der elektroschwachen Symmetriebrechung, welcher gerade am Large Hadron Collider des CERN durch Messungen der Eigenschaften des Higgs-Bosons untersucht wird. Weitere Schwerpunkte liegen in der Flavorphysik, also in der Untersuchung der speziellen Eigenschaften von Materieteilchen, die sich nur durch ihre Masse unterscheiden wie zum Beispiel das Elektron und seine schweren ‚Geschwister‘ Myon und Tauon. Dazu kommt das Studium von Synergien mit anderen Bereichen wie der Astroteilchenphysik und Kosmologie.

Florian Goertz studierte Physik und Mathematik an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz sowie der Università degli Studi in Florenz. Er promovierte 2011 in Mainz mit Auszeichnung, unter der Betreuung von Prof. Dr. Matthias Neubert. Es folgten Postdoc-Aufenthalte an der ETH Zürich (2011-2014) und am CERN (2014-2016).



Das Logo symbolisiert die Themen der Gruppe: Massen der Elementarteilchen, Experimente am LHC zu Eigenschaften des Higgs-Bosons und Kosmologie.

Kontakt und weitere Informationen:
Florian Goertz – NEWFO-Homepage

+ + + Kurzmeldungen + + +

Antiproton und Proton gleich magnetisch

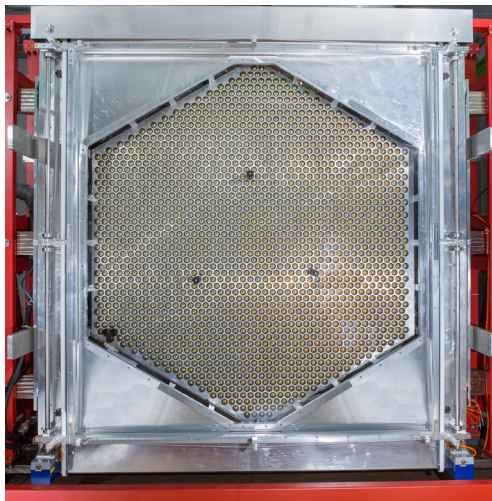
Auf der Suche nach dem entscheidenden Unterschied zwischen Materie und Antimaterie hat die BASE-Kollaboration am Forschungszentrum CERN neue Maßstäbe gesetzt, indem sie eine wichtige Eigenschaft des Antiprotons mit sechsfach höherer Genauigkeit als bisher vermessen konnte: den g -Faktor, ein Maß für das magnetische Moment. Der Speicherring „Antiproton Decelerator“ des CERN lieferte gekühlte Antiprotonen an einen Aufbau auf drei Penningfallen. Mittels der Spin-Flip-Technik ließ sich darin das magnetische Moment des Antiprotons präzise bestimmen. Der Wert stimmt innerhalb der erreichten experimentellen Unsicherheit mit dem g -Faktor des Protons überein.

Kontakt: Blaus Blaum

Meldung vom 18.01.2017

FlashCam vollständig bestückt

Der FlashCam Kamera-Prototyp (vgl. MPIK-NEWS Nr. 13) ist jetzt vollständig mit Photodetektoren und Auslesesystem bestückt. Dafür waren 147 Photodetektormodule mit insgesamt 1758 PMTs zu installieren. Gleichzeitig haben die Elektroniker Produktion und Verlegung der Kabelbäume optimiert. Die neu verlegte interne Verkabelung der Kamera besteht aus über 700 Kabeln mit einer Gesamtlänge von über zwei Kilometern. Mit der vollständigen Bestückung tritt das Projekt in eine neue Phase ein. Der Schwerpunkt liegt nun darauf, diesen Kameratyp zu testen und seine Eigenschaften umfassend zu charakterisieren. Hinzu kommen Entwicklung und Test von Algorithmen zum stabilen, routinemäßigen Betrieb der Kamera im Teleskop und die Vorbereitung der Datenanalyse. Ziel ist es, im Laufe des Jahres 2018 eine betriebsbereite Kamera für die mittelgroßen Teleskope (MST) von CTA zu Verfügung stellen zu können. Parallel dazu wird auch schon die Serienproduktion von Kameras für CTA vorbereitet.

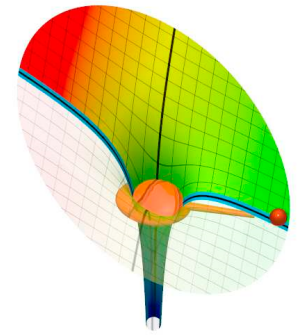


Frontansicht der voll bestückten FlashCam – es fehlen nur noch die Lichtsammeltrichter.

Kontakt: German Hermann, Felix Werner

Tunneln braucht Zeit

„Wie lange braucht ein Elektron zum Tunneln?“ Diese grundsätzliche Frage wurde theoretisch und experimentell am Beispiel der Ionisation von Atomen in starken Laserfeldern untersucht. Zur Berechnung der „Tunnelzeit“ wurde dieser – klassisch verbotene – rein quantenmechanische Effekt mit der „Wigner-Methode“ beschrieben. Dabei wird der wahrscheinlichste Pfad bestimmt, der zwei Punkte (hier durch die Tunnelstrecke) verbindet. Die daraus folgende Geschwindigkeit des Elektrons am Tunnelausgang ergibt zusammen mit der Tunnelzeit die Anfangsbedingungen für die weitere Bewegung im Laserfeld. Zum Test dieses Modells wurden die Edelgase Argon und Krypton zugleich unter identischen Bedingungen mit ultrakurzen Laserpulsen ionisiert. Einziger Unterschied ist hier die Länge der Tunnelstrecke, während systematische Fehler praktisch keine Rolle spielen. Im Vergleich mit dem etablierten „Simple-man model“, wo das Tunneln keine Zeit braucht und die Anfangsgeschwindigkeit gleich Null ist, bestätigen die Resultate die Vorhersage der Wigner-Methode.



Im durch das Laserfeld gekippten Coulomb-Potential des Atoms entsteht ein Sattel (blaue Linie), unter dem das Elektron durch-tunneln kann.

Kontakt: Karen Hatsagortsyan, Robert Moshhammer

Meldung in Vorbereitung

Auswahl radioaktiv reinsten Materials

Instrumente wie XENONIT müssen aus Materialien mit extrem geringer Restradioaktivität gebaut werden, die eine Million mal sauberer sind als „normale“ Materialien. Um diese zu finden kommen am MPIK außer Gammasppektrometern miniaturisierte Proportional-Zählrohre zum Einsatz, die schon 5 bis 10 ^{222}Rn -Atome nachweisen können. Dieses Radonisotop entsteht beim Zerfall von Uran und gast aus dem Material aus („Emanation“), wodurch es im Experiment Störsignale erzeugen kann. Da Emanationsmessungen zeit- und arbeitsintensiv sind, wurde „Auto-Ema“ entwickelt. Die vollständig automatisierte Anlage sorgt für Zeitersparnis, eine bessere Reproduzierbarkeit des Prozesses und einen höheren Probendurchsatz. Auto-Ema arbeitet seit Ende 2016 fast im Dauerbetrieb. Alle Messdaten landen in einer eigens dafür entwickelten Datenbank: ein einzigartiger Wissensfundus zur gezielten Materialauswahl für zukünftige Experimente wie z. B. XENONnT.

Kontakt: Hardy Simgen, Manfred Lindner

Namen & Notizen

Preise und Ehrungen

Prof. Dr. Joachim Ullrich: Verdienstkreuz

1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland

Dr. Jonas Gunst: Otto-Hahn-Medaille

Rufannahmen

Dr. Carlos Esteban Yaguna Toro: Professor für Physik an der Pedagogical and Technological University of Colombia in Tunja, Kolumbien

Dr. Sunil Kumar Sudhakaran: Assistant Professor am Indian Institute of Science Education and Research in Tirupati, Indien

Dienstjubiläen

25 Jahre MPG

Doris Cerny, Stefan Schmidt, Gertraud Dücker, Ralf Schmittbauer

40 Jahre MPG

Reinhard Hofacker

Festkolloquium zum 80. Geburtstag von Heinz Völk

Am 2. März fand ein Festkolloquium aus Anlass des 80. Geburtstags von Heinz Völk statt. Nach der Laudatio von Werner Hofmann hielt Luke Drury vom DIAS in Dublin den Festvortrag „The chemistry of cosmic rays“. Er spielte damit auf das einstige Forschungsgebiet „Kosmochemie“



Werner Hofmann gratuliert Heinz Völk.



Luke Drury bei seinem Vortrag.

am MPIK an und beschäftigte sich mit der elementaren Zusammensetzung der kosmischen Teilchenstrahlung und wie diese aus Messungen abgeleitet werden kann. Luke Drury hat in den 1980er Jahren in der Abteilung von Heinz Völk am MPIK geforscht.

Es schlossen sich ein Empfang und ein Abendessen für geladene Gäste an. Danach sprach noch Reimar Lüst, der seit einer gemeinsamen Zeit am MPI für Astrophysik mit Heinz Völk befreundet ist.



Reimar Lüst spricht über frühere Zeiten.

Neue Quantendynamik-Labore

Nach dreijähriger Planungs- und Bauzeit – im Anschluss an die Demontage der Beschleuniger und die Rohbauarbeiten – sind die neuen Quantendynamik-Laserlabore endlich soweit, dass am 16. Mai Einweihung gefeiert werden konnte. Der Abteilung von Thomas Pfeifer stehen damit zwei je 100 m² große Laserlabore, etwa 200 m² Experimentierfläche, zwei separate kleinere Laborräume und ein kleines Chemielabor zur Verfügung.



Auf spannende Forschung in den neuen Laboren!

Die Klima-, Lüftungs- und Versorgungstechnik befindet sich im Untergeschoss. Die Klimatisierung genügt höchsten Ansprüchen und sorgt für superreine, partikelfreie, temperierte und entfeuchtete Luft über den Laseranlagen. Alle Geräte wie z. B. Vorpumpen, die viel Wärme abgeben und Vibrationen verursachen, werden ebenfalls im Untergeschoss installiert.

In den beiden Laserlaboren werden fünf große Lasertisch-Kombinationen, bestehend aus insgesamt 14 großen Lasertischen, aufgebaut. Im November 2017 sollen zwei neue Hochleistungs-Ultrakurzpulslasersysteme geliefert werden. Drei Femtosekunden-Lasersysteme werden aus dem Bothe-Labor in die neuen Räume umgezogen.



Unter den Reinraumhauben werden die Lasertische aufgestellt.

Fachbeirat

Vom 4. bis 6. April hat – im Rahmen einer vergleichenden Begutachtung – der erweiterte Fachbeirat das MPIK besucht. Der erste Tag war wie immer den Vorträgen der Direktoren gewidmet, die nur vor dem Fachbeirat sprachen. Am öffentlichen Tag hielten zunächst 12 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Kurzvorträge im sehr gut besetzten Hörsaal. Nach den Treffen mit einzelnen Gruppen von wissenschaftlichen Mitarbeitern und Führungen für die Fachbeiratsmitglieder folgte am späten Nachmittag eine Poster-Session mit 40 Postern aus allen Abteilungen und selbstständigen Gruppen. Zahlreiche Institutsmitglieder nutzten die Gelegenheit, sich in entspannter Atmosphäre bei Bier und Laugengebäck über die Forschung der anderen Gruppen zu informieren oder mit Mitgliedern des Fachbeirats zu sprechen. Am abschließenden dritten Tag standen neben internen Sitzungen auch Gespräche von Vertretern der wissenschaftlichen Mitarbeiter mit dem MPG-Vizepräsidenten auf dem Programm.



Zeitweise herrschte großer Andrang zwischen den Postern.

Impressum

Herausgeber: Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg · info@mpi-hd.mpg.de
Redaktion: Dr. Bernold Feuerstein, Dr. Gertrud Hönes