

Wie der Neutrinodetektor RED-100 die Entwendung von Plutonium aufdeckt

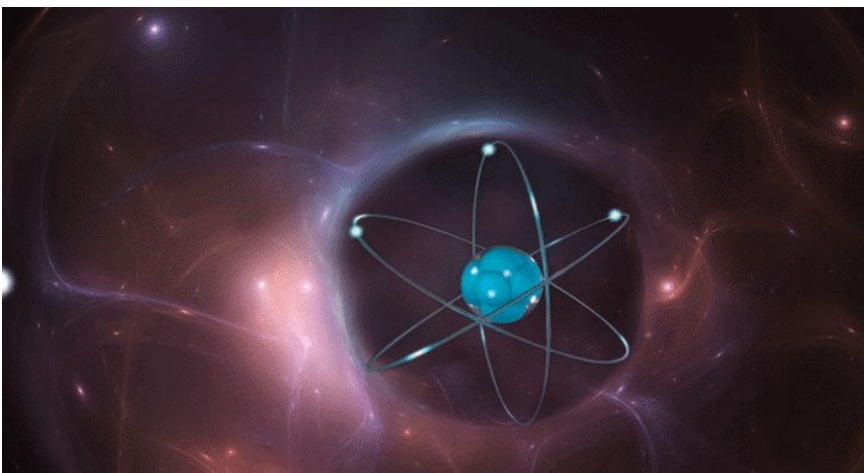
16:20 Uhr am 07.08.2017

(aktualisiert: 17:06 Uhr am 07.08.2017)



© Staatliche Universität der Kernwissenschaften MEPHI

Moskau, 7. August - RIA Novosti, Anna Urmantseva. Ein im Journal Science veröffentlichter Artikel berichtet zum ersten Mal über Beobachtungen einer Kollision von Neutrinos mit Atomkernen – ein Vorgang, der vor 43 Jahre theoretisch postuliert wurde. Einen wichtigen Beitrag zu diesem Experiment leisteten russische Wissenschaftler der Staatlichen Universität der Kernwissenschaften MEPHI.



© Abbildung RIA Novosti Alina Polyanina

Physiker beobachteten erstmals eine Kollision eines Neutrinos mit einem Atomkern

Im Grunde genommen übernahmen die Physiker die entscheidende Aufgabe, indem sie einen extrem empfindlichen Detektor zur Aufzeichnung der Kollisionen errichteten. Als Ergebnis entstand der RED-100, ein einzigartiger Neutrinodetektor der neuesten Generation, der den Effekt der kohärenten Streuung aufzeichnen kann. Der Plan des Experiments sah eine Zusammenlegung des leistungsfähigsten Neutrinofängers (RED-100) mit der leistungsfähigsten Neutrinoquelle vor (Die Anlage SNS (Spallation Neutron Source) im Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, eine Quelle von Neutronen, die durch deren Abspaltung von Atomen entstehen). Allerdings konnte der RED-100 aus verschiedenen Gründen nicht in die USA gelangen. Somit wurde für die

Aufzeichnung der Neutrinos ein anderer Detektor eingesetzt, dessen Anwendung zur Beobachtung desselben postulierten Effekts führte. Doch wie geht es nun weiter? Ist der fortschrittlichste Neutrinodetektor der Welt in Russland zur Untätigkeit verdammt, da er sonst nirgendwohin geliefert werden darf?



© Staatliche Universität der Kernwissenschaften MEPHI
Alexander Bolozdynya und der Neutrinodetektor RED-100 (Russian Emission Detektor)

Alexander Bolozdynya, der Leiter des Labors für experimentelle Kernphysik der Staatlichen Universität der Kernwissenschaften MEPHI, erläutert: „Anfangs wollten wir den RED-100 mit dem Reaktor des Kernkraftwerks Kalinin verbinden. Später kam uns der Gedanke, das SNS zu verwenden, da es sich besser für die Beobachtung von Kollisionen von Neutrinos mit Atomkernen eignet. Doch nun, da die lange ersehnten Ergebnisse erreicht wurden, steht uns eine neue Aufgabe bevor, die wir nur dann lösen können, wenn wir den RED-100 in unserem Reaktor aufstellen. Darüber hinaus gibt es für den Detektor auch eine rein praktische Anwendung.“

Warum verwarfen die Physiker des MEPHI ihre ursprüngliche Idee, ihre ersten Beobachtungen einer Kollision von Neutrinos mit Atomkernen im Reaktor des Kernkraftwerks Kalinin vorzunehmen? Könnte das mit dem Neutrinostrahl des SNS zusammenhängen? Nein, der Strahl im Reaktor des Kernkraftwerk Kalinin ist stärker. Die Anlage in den USA ermöglicht jedoch eine einfachere Trennung des Signals vom **Störrauschen**, da die Neutrinos in gebündelter Form aus der Impulsquelle freigesetzt werden. Das kann man mit einer Wohnungssuche in einer unbekanntem Stadt vergleichen: Wenn wir die genaue Adresse nicht kennen, sehen alle Häuser auf den ersten Blick gleich aus. Der Zeitpunkt, zu dem man an der gesuchten Adresse eintreffen soll, ist hingegen bekannt, was die Aufgabe natürlich erheblich erleichtert.

Im Gegensatz zum Kernkraftwerk gibt die Impulsquelle die Neutrinos als ununterbrochenen Strahl ab. Die **Stäbe** werden aufgestellt, es erfolgt eine Kettenreaktion und der erhoffte Effekt kann jederzeit eintreten.

Der zweite wichtige Faktor ist die erforderliche Wellenlänge der Partikel am SNS, was für das Experiment entscheidend ist. Die Quanteneigenschaften der Partikel zeigen sich nämlich nur dann, wenn ihre Wellenlänge vergleichbar oder niedriger ist als die jenes Objekts, mit dem eine Wechselwirkung stattfinden soll. In unserem Fall tritt der Effekt der kohärenten Streuung nur dann ein, wenn die Wellenlänge der Neutrinos niedriger ist als jene des Atomkerns. Die erforderlichen Voraussetzungen konnte das SNS erfüllen.

Bei allen Vorteilen hat das SNS jedoch auch einen Nachteil. Dieser besteht darin, dass dort verschiedene Arten von Neutrinos erzeugt werden und dass diese ausgerechnet jene Wechselwirkungen verursachen, die wir nicht verstehen. Zum anderen erzeugt der russische

Reaktor nur reine elektronische Antineutrinos. Unsere zukünftige Aufgabe steht somit fest: Wir müssen den extrem empfindlichen Neutrinodetektor RED-100 im Reaktor des Atomkraftwerks Kalinin aufstellen und herausfinden, welche Arten von Wechselwirkung Neutrinos genau kennzeichnen.



© Staatliche Universität der Kernwissenschaften MEPHI
Alexander Bolozdynya beim Neutrinodetektor RED-100 (Russian Emission Detektor)

Neben den rein wissenschaftlichen Aufgaben gibt es für den Detektor auch noch andere Anwendungsmöglichkeiten.

„Beispielsweise kann man mit dem RED-100 die Menge an Plutonium 239 überprüfen, die es nicht in den Kernreaktor „geschafft“ hat. Nehmen wir einmal an, dass die russische Führung Abmachungen darüber getroffen hat, einen Kernreaktor an einen anderen Staaten zu verkaufen. Wir beliefern sie mit Brennmaterial und stellen sicher, dass es wieder abgeholt wird, wenn es verbraucht ist. Die Abnehmer verpflichten sich ihrerseits dazu, die Brennstäbe und das Brennmaterial nicht anzurühren. Bis jetzt blieb uns nichts anderes übrig, als darauf zu vertrauen, dass sie sich daran auch halten. Jetzt können wir allerdings den Neutrinodetektor RED-100 nehmen, ihn im Laderaum eines Lastwagens aufstellen (der Detektor ist ziemlich kompakt und hat insgesamt gerade einmal die Ausmaße eines Kühlschranks) und ihn an der Wand eines Kernreaktors aufstellen“, erklärt Alexander Bolozdynya. „Sollte Plutonium 239 auf eine nicht überprüfbare Art und Weise entnommen worden sein, bemerkt das der Detektor. Die Leitung der Internationalen Atomenergie-Organisation zeigt bereits großes Interesse an unseren Entwicklungen und wartet auf einen vollständigen Abschluss unserer Arbeit.“