

Fluoreszenzspektrometer mit Zeit- und Polarisationsanalyse und spinauflösendes Photoelektronenspektrometer zum kombinierten Betrieb an FEL- und Synchrotronstrahlungsquellen

Prof. Dr. U. Becker, Fritz-Haber-Institut, Max-Planck-Gesellschaft

Ziel des Forschungsvorhabens ist zum einen die Untersuchung nichtlinearer Prozesse in der Photoionisation und zum anderen die Untersuchung zeitabhängiger Prozesse auf der Femto-Sekunden Zeitskala. Die nichtlinearen Prozesse der Multi-Photon-Ionisation von Edelgasen und kleinen Molekülen werden durch die hohe Pulsintensität der VUV- und XUV-Strahlung des Freien-Elektronen-Lasers FLASH ermöglicht. Sie erlauben erstmals Einblicke in Prozesse, in denen mehrere Photonen gleichzeitig an einem Ionisierungsprozeß beteiligt sind. Diese Untersuchungen werden zur Klärung der Frage der konzertierten oder unkorrelierten Aktion von mehreren Photonen bei der Mehrfachionisation freier Atome und Moleküle beitragen. Diese Frage ist seit Einsteins Interpretation des Photoeffekts vor mehr als hundert Jahren ungeklärt.

Die kurze Pulslänge der FEL-Lichtpulse im VUV- und XUV-Photonenenergiebereich erlaubt erstmalig die Untersuchung von zeitabhängigen Phänomenen wie dem Tunneln von Rumpfelektronen in Echtzeit. Dieses Phänomen ist das Ergebnis grundlegender Annahmen der Quantenphysik, wie der Ununterscheidbarkeit und der Unschärferelation zwischen Energie und Zeit. Es ist beabsichtigt, diese fundamentalen Zusammenhänge durch zeitaufgelöste Experimente zum Tunneleffekt direkt sichtbar zu machen. Die zu erwartende Oszillation zwischen der Emission von der rechten und der linken Emittenseite bewirkt eine Verschränkung zwischen beiden. Diese Verschränkung wird als zeitabhängige Oszillation der Impulseigenzustände, ähnlich der Oszillation der flavour-Eigenzustände der Kaonen, sichtbar und soll im Rahmen dieses Vorhabens näher untersucht werden. Eine derartige Verschränkung findet jedoch nicht nur zwischen beiden Emittenseiten, sondern auch zwischen den Spineinstellungen zweier Elektronen bzw. eines Elektron-Photon Paares statt. Zur Untersuchung dieser Verschränkung sind spin- und polarisationssensitive Koinzidenzexperimente zwischen Photoelektronen und Fluoreszenzphotonen, die infolge der Relaxation angeregter ionischer Endzustände emittiert werden, geplant.