

Q 43 Anwendung ultrakurzer Lichtimpulse und Attosekundphysik

Zeit: Mittwoch 11:10–12:40

Raum: HIV

Q 43.1 Mi 11:10 HIV

Adaptive zeitliche und räumliche Formung Hoher Harmonischer — ●CARSTEN WINTERFELDT, ALEXANDER PAULUS, THOMAS PFEIFER, ROBERT SPITZENPFEL, DOMINIK WALTER, GUSTAV GERBER und CHRISTIAN SPIELMANN — Physikalisches Institut, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany

Hohe Harmonische, erzeugt durch die hochgradig nichtlineare Wechselwirkung von ultrakurzen hochintensiven Femtosekunden-Laserpulsen mit Atomen oder Molekülen, weisen ein Spektrum mit regelmäßigen Peaks im weichen Röntgenbereich und typische Pulsdauern im Femtosekundenbereich auf. Durch geeignete Auswahl von Harmonischen lassen sich sogar Attosekundenpulse erzeugen. Andererseits sind für spektroskopische Anwendungen einzelne Harmonische mit Pulsdauern im Femtosekundenbereich gefordert.

Hier zeigen wir die Kontrolle über die Spektren Hoher Harmonischer sowohl durch zeitliche als auch räumliche Formung der erzeugenden Laserpulse. Wir erreichen Selektion und Unterdrückung einzelner oder mehrerer Harmonischer sowie eine Steigerung der Konversionseffizienz.

Mittels Kreuzkorrelation lassen sich Hohe Harmonische charakterisieren und deren Pulsdauer bestimmen.

Q 43.2 Mi 11:25 HIV

Thomson-Rückstreuung an Laser-beschleunigten Elektronen — ●HANS-PETER SCHLENOVOIGT, BEN LIESFELD, KAY-UWE AMTHOR, HEINRICH SCHWOERER und ROLAND SAUERBREY — Institut für Optik und Quantenelektronik, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena

Wir präsentieren die erste Messung von Thomson-rückgestreuter Röntgenstrahlung an laser-beschleunigten relativistischen Elektronen mit einem kompakten, rein optischen Aufbau. Aus den experimentellen Daten wurden Elektronenspektren nur nach der Beschleunigung mit einer Zeitauflösung von 100 fs berechnet.

Die Erzeugung ultrakurzer Elektronenpulse durch die Wechselwirkung eines intensiven Laserpulses ($I > 10^{19} \text{W/cm}^2$) mit einem Gasjet birgt Alternativen zu konventionellen Beschleunigern. Jedoch ist der Beschleunigungsprozess nur mit PIC-Simulationen modellierbar, und bisher konnten Elektronenspektren nur nach der Beschleunigung gemessen werden. Im verwendeten Aufbau wird ein zweiter Laserpuls an den Elektronen gestreut, während sie beschleunigt werden. Bei dieser Thomson-Rückstreuung entsteht Röntgenlicht, welches direkte Informationen über die Elektronenenergie zum Zeitpunkt der Wechselwirkung trägt.

Q 43.3 Mi 11:40 HIV

Paarproduktion durch Kollision zweier lasererzeugter Elektronenstrahlen — ●KERSTIN HAUPT¹, HANS-PETER SCHLENOVOIGT¹, BEN LIESFELD¹, KAY-UWE AMTHOR¹, MICHAEL BEHME¹, ALEXANDER DEBUS¹, HEINRICH SCHWOERER¹, ROLAND SAUERBREY¹, STEFAN BECKER², ULRICH SCHRAMM³ und DIETER HABS³ — ¹Institut für Optik und Quantenelektronik, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena — ²Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, D-85748 Garching — ³Department für Physik der LMU München und Maier-Leibnitz-Laboratorium, Am Coulombwall 1, D-85748 Garching

Wir präsentieren einen Versuchsaufbau, in dem durch Kollision zweier lasererzeugter Elektronenpulse Teilchenpaare erzeugt werden. Es werden zwei hochintensive, gegenläufige Laserpulse in einen Gasjet fokussiert. Zwischen den Foki werden Elektronen durch die Laserpulse auf relativistische Energien beschleunigt und zur Kollision gebracht. Dabei entstehen e^+e^- -Paare, die vorwiegend in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung emittiert werden. Um die Reaktionsrate zu messen, wurde ein Aufbau konstruiert und getestet, der die Positronen mittels permanenter magnetischer Felder aus dem Reaktionsbereich herauslenkt und auf einen Detektor führt. Über den bekannten Wirkungsquerschnitt kann daraus die Luminosität der kollidierenden Elektronenstrahlen bestimmt werden, woraus man die Radien der Elektronenpulse im Gasjet ermitteln kann. Darüber hinaus können Vorhersagen zur Produktion anderer kurzlebiger, exotischer Teilchenpaare gemacht werden.

Q 43.4 Mi 11:55 HIV

Quasi-monoenergetische Protonenstrahlen mit Laser-Plasma-Beschleunigern — ●O. JÄCKEL¹, H. SCHWOERER¹, S. PFOTENHAUER¹, K.-U. AMTHOR¹, B. LIESFELD¹, W. ZIEGLER¹, R. SAUERBREY¹, K. LEDINGHAM^{1,2} und T. ESIRKEPOV³ — ¹Institut für Optik und Quantenelektronik, Friedrich-Schiller-Universität Jena — ²Department of Physics, University of Strathclyde Glasgow — ³KansaiResearch Establishment, JAERI, Kyoto

Mit modernen Hochintensitätslasern sind Teilchenbeschleuniger realisierbar. Positioniert man eine dünne Metallfolie direkt im Fokus des Lasers, werden Elektronen durch das Target beschleunigt und bauen an der Rückseite ein quasi-statisches elektrisches Feld auf, welches wiederum die dort vorhandenen Ionen beschleunigt. Dieser Prozess – als TNSA bezeichnet – resultiert in exponentiellen Ionenspektren.

Die Produktion quasi-monoenergetischer Protonenspektren mit Hilfe von Laser-Plasma-Beschleunigern konnte nun erstmals experimentell gezeigt werden. Die Targets werden auf ihrer Rückseite mit kleinen Punkten protonenreichen Materials versehen. Positioniert man diese Dots genau gegenüber des Laserfokus – eine fluoreszenzoptische Beobachtung gewährleistet diese Justage – wird der TNSA-Mechanismus so manipuliert, dass alle Protonen im selben elektrischen Feld beschleunigt werden. Auf diese Weise erhält man quasi-monoenergetische Protonenspektren einer Energie von 1,2 MeV bei einer relativen Breite von 25%.

Skalierungsrechnungen und Simulationen zeigen, dass schon mit der nächsten Generation von table-top Lasern interessante Anwendungen wie zum Beispiel Protonenstrahltherapie in der Onkologie möglich wird.

Q 43.5 Mi 12:10 HIV

Femtosecond electron pulses from ultrasharp field emitters — ●PETER HOMMELHOFF, CATHERINE KEALHOFER, and MARK KASEVICH — Physics Department, Stanford University, Stanford, California, USA

We focus sub-8fs nanojoule laser pulses with a repetition rate of 150 MHz onto ultrasharp field emitters. The electric field at the tip reaches GV/m, enabling optical field emission (modulation of the tunnel barrier). At low power we observe photofield emission (excitation of electron and subsequent tunneling). Both processes are prompt. Electrons are emitted from a nanometer sized region on the tip apex into an electron beam with an opening angle of the order of 10° , enabling for a high brightness femtosecond electron source. We use the tip as a non-linear detector to measure interferometric laser pulse autocorrelation traces right in the photoelectron current. The non-linearity is tunable via the DC voltage applied to the tip and reaches peak-to-baseline ratios of more than 20 (this ratio is 8 for a doubling crystal autocorrelator). We discuss advanced emitters such as single-atom tips and carbon nanotubes and applications of these emitters as novel electron sources and sensors.

Q 43.6 Mi 12:25 HIV

Quantenkontrolle in intensiven Laserfeldern: selektiv, abstimmbar und ultraschnell — ●MATTHIAS WOLLENHAUPT, TIM BAYER, ANDREAS PRÄKELT, CRISTIAN SARPE-TUDORAN und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSA, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

Intensive phasenmodulierte femtosekunden Laserfelder ermöglichen neuartige Quantenkontrollenszenarien aufgrund ihrer Kohärenz und der AC Starkverschiebung von einigen hundert meV während der Wechselwirkung mit dem Strahlungsfeld. An atomarem Kalium wurde kürzlich ein Starkfeldkontrollenschema basierend auf der selektiven Besetzung einzelner bekleideter Zustände (Selective Population of Dressed States, SPODS) demonstriert. In den Experimenten wird die Selektivität der Besetzung eines bekleideten Zustandes von über 85% erreicht, die mit Hilfe adaptiver Methoden noch gesteigert werden konnte [1]. Die Abstimbarkeit der "bekleideten" Resonanzen von bis zu 250 meV ermöglicht unterschiedliche Endzustände selektiv zu besetzen. Das Schalten zwischen verschiedenen Endkanälen erfolgt innerhalb weniger Femtosekunden. Unterschiedliche Pulsformen ermöglichen verschiedenartige physikalische Mechanismen (z.B. Photon Locking oder RAP) um SPODS zu realisieren. Aufgrund dieser Eigenschaften ist SPODS für Anwendungen im Bereich der Kontrolle chemischer Reaktionen geeignet. Wellenpaketsimulationen zeigen, dass Hilfe von SPODS-Pulsen selektive Besetzung unterschiedlicher Endzustände an Kaliumdimeren mit einer Effektivität von 80% erreicht

wird.

[1] Wollenhaupt et al., J. Opt. B 7 (2005) S270 - S276