

## Ultragyors plazmonika közép-infravörös hullámhosszon

Rácz Péter<sup>1</sup>, Márton István<sup>1</sup>, S.M. Teichmann<sup>2</sup>, M. F. Ciappina<sup>3</sup>, A. Thai<sup>2</sup>, Fekete Júlia<sup>1</sup>,  
Veisz László<sup>3</sup>, J. Biegert<sup>2</sup>, Dombi Péter<sup>1</sup>

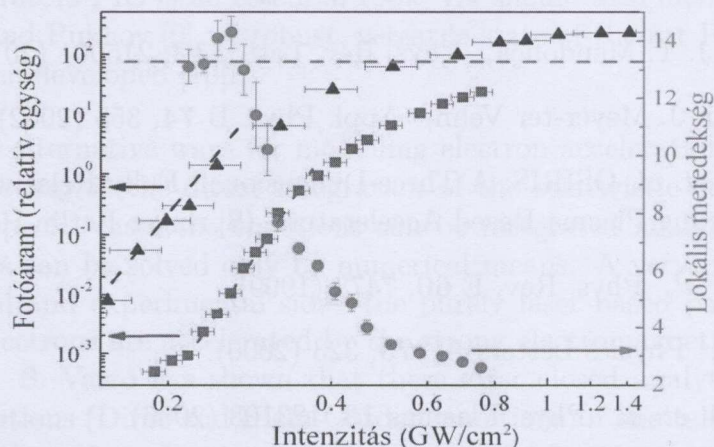
<sup>1</sup> MTA "Lendület" Ultragyors Nanooptika Csoport, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Konkoly-Thege M. út 29-33, 1121 Budapest

<sup>2</sup> ICFO–Institut de Ciències Fotòniques, Mediterranean Technology Park, 08860 Castelldefels, Barcelona

<sup>3</sup> Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching

Az elmúlt években több érdekes eredményt demonstráltak nanométeres skálán lokalizált elektromágneses terek által indukált fotoemisszió tanulmányozása során [1-6]. Például a csoportunk a fém struktúrák geometriájának, egyéb tulajdonságainak változtatásával mind a nanorészecskék [4], mind vékonyrétegek esetén [7] az elektron emissziós és gyorsítási folyamat femtoszekundumos kontrollját demonstrálta.

A nanolokalizált terekkel az úgynevezett "erős-tér" kölcsönhatási folyamatokat is relatíve kis impulzusenergiával lehet femtoszekundumos időskálán tanulmányozni [2]. Ennek oka az elektromágneses tér erős lokalizációja miatt fellépő térerősítés. Ehhez kapcsolódóan a korábbi kísérleteknél alkalmazott 800 nm-esnél hosszabb 3.1  $\mu\text{m}$ -es hullámhosszon femtoszekundumos impulzusokat (90 fs) kibocsájtó fényforrással vizsgáltunk nemlineáris fotoemissziós jelenségeket derékszögű prizma felvitt vékony arany film rétegen becsatolt felületi plazmonokkal (Kretschmann konfiguráció) és korábban nem tapasztalt alacsony beeső lézertenzitásnál ( $<1 \text{ GW/cm}^2$ ) demonstráltunk több fotonos alagútemissziós átmenetet (1. ábra).



**1. ábra:** A teljes fotoáram és annak a lokális meredeksége az intenzitás függvényében kétszer logaritmikus skálán. Kisebbs intenzitásoknál jellemző többfotonos emisszióval ezen a hullámhosszon az  $\sim 5.1 \text{ eV}$ -os kilépési munkát 12-13 foton fedezi (fotonenergia: 0.4 eV) és a többfotonos emisszióra jellemzően a fotoáram az intenzitás 12.-13. hatványa szerint változik, majd nagyobb intenzitások felé a meredekség letörik, ami az alagútemisszióba való átmenet miatt következik be.

Emellett ellentéres módszerrel végrehajtott spektrálisan feloldott mérések során a korábbi 800 nm-es hullámhosszon végrehajtott méréseknél akár két nagyságrenddel kisebb néhány  $\text{GW}/\text{cm}^2$  -es intenzitástartományban sikerült plazmontérben bekövetkező gyorsítási folyamat során 10-50 eV maximális energiával rendelkező elektroncsomagokat előállítani. Ezen maximális elektronenergiák alapján a térerősítési faktor értékére 30 körüli érték adódott.

A mérési eredmények értelmezése céljából a fotoemisszió és a spektrális eloszlás leírására egydimenziós időfüggő Schrödinger egyenlet megoldásán alapuló egyszerűsített kvantummechanikai modellt alkalmaztunk, amellyel az elektronok visszaszórását feltételezve, elég jó közelítéssel sikerült reprodukálni az elektronok energiaeloszlását és a maximális elektronenergiákat.

- [1] S. E. Irvine, A. Dechant and A. Y. Elezabi, Generation of 0.4-keV Femtosecond Electron Pulses using Impulsively Excited Surface Plasmons, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 184801 (2004)
- [2] P. Dombi et al., Observation of few-cycle, strong-field phenomena in surface plasmon fields, *Opt. Express* **18**, 24206 (2010)
- [3] P. Rácz et al., Strong-field plasmonic electron acceleration with few-cycle, phase-stabilized laser pulses, *Appl. Phys. Lett.* **98**, 111116 (2011)
- [4] P. Dombi, A. Hörl, P. Rácz, I. Márton, A. Trügler, J. R. Krenn and U. Hohenester, Ultrafast strong-field photoemission from plasmonic nanoparticles, *Nano Lett.* **13**, 674-678 (2013)
- [5] M. Krüger, M. Schenk and P. Hommelhoff, Attosecond control of electrons emitted from a nanoscale metal tip, *Nature* **475**, 78-81 (2011)
- [6] G. Herink, D. R. Solli, M. Gulde and C. Ropers, Field-driven photoemission from nanostructures quenches the quiver motion, *Nature* **483**, 190-193 (2012)
- [7] I. Márton et al. kézirat előkészületben.