

AZ IZOLÁLT ATTOSZEKUNDUMOS IMPULZUSOK ELŐÁLLÍTÁSÁT MEGALAPOZÓ LÉZERFIZIKAI FEJLESZTÉSEK A KILENCVENES ÉVEK KÖZEPÉN A BÉCSI MŰSZAKI EGYETEMEN

Szipőcs Róbert

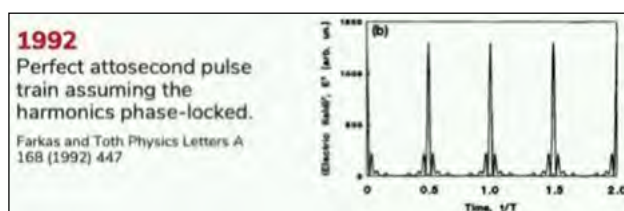
HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest

Írásomban a következő pár oldalon azt szeretném bemutatni, hogy az izolált attoszekundumos impulzusok előállítása miért éppen Krausz Ferencnek sikerült először a világon, és hogy ezt az eredményt milyen alapvető fontosságú lézerfizikai, lézertechnológiai fejlesztések előzték meg a kilencvenes években – többek között a Bécsi Műszaki Egyetemen, az ő szakmai vezetésével.

Ahhoz, hogy az egész fejlesztési folyamatot megértjük és értékeljük, talán a legvégén érdemes elkezdenünk a történetet, vagyis ott, hogy egy magas rendű nemlineáris optikai folyamat, a magasharmonikus-keltés (HHG) révén hogyan lehet rövid, nagy intenzitású lézerimpulzusokkal attoszekundumos impulzussorozatot, illetve egyedi, izolált attoszekundumos impulzusokat előállítani – például nemesgázokban – attól függően, hogy a lézerimpulzusunk hossza hogyan viszonyul annak (esetünkben tipikusan 800 nm körüli) középhullámhosszához. A nemlineáris optika rejtelseibe, azon belül a magasharmonikus-keltés elméleti alapjaiba Dombi Péter és Tóth Csaba írásai vezetnek be az olvasót ebben a Nobel-díjhoz kapcsolódó különszámban; itt röviden csak összefoglalom a legfontosabb megállapításokat, törvényszerűségeket.

Először is, a gázatomok polarizálhatóságának szimmetriafüggése miatt csak a páratlan sorszámú harmonikusok állnak elő a HHG során. Másodszor, a legmagasabb sorszámú (legrövidebb hullámhosszú) harmonikus rendjét az azt előállító lézerimpulzus maximális térerőssége (E) határozza meg, vagyis minél nagyobb a fókuszált térerősség az atomokban, annál magasabb harmonikusokat tudunk előállítani. A harmadik, és az izolált attoszekundumos impulzusok előállítása szempontjából rendkívül fontos megállapítás, hogy a magas harmonikusok minden térerősség-maximumban egyidőben, egymással azonos fázisban előállnak, így egy most már vi-

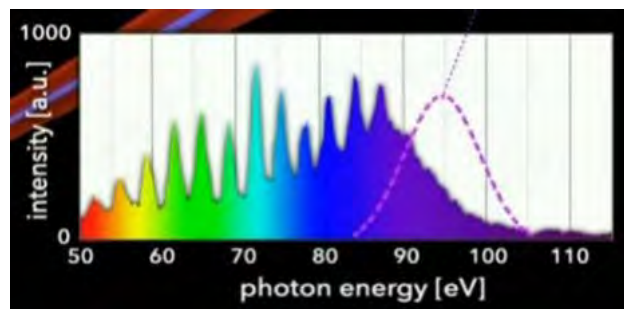
szonylag egyszerűen megépíthető, 20–30 fs-os Ti-zafír lézerezősítő impulzusainak nemesgázba (pl. Kr) történő fókuszálása esetén egy attoszekundumos impulzussorozatot (1. ábra), nem pedig egy időfelbontásos mérésekre jól használható, izolált attoszekundumos impulzust kapunk.



1. ábra. Magasharmonikus-keltés révén létrehozott attoszekundumos impulzussorozat [1]

Izolált, egyedi attoszekundumos impulzusokat a magasharmonikus-keltés során kizárólag olyan lézergyjesszítés esetén tudunk előállítani, amikor a lézerimpulzust leíró $E(t)$ időfüggvény csak egy, a többinél lényegesen nagyobb időbeli maximummal rendelkezik, és így az ebben keltett magas harmonikusok rendje, energiája lényegesen meghaladja a többi maximumban keltett vonatkozó értékeket. Ebben az esetben, ha megfelelő spektrális szűrőt alkalmazva (2. ábra) kiválasztjuk a legnagyobb energiával rendelkező XUV (kemény ultrabiolya) komponenseket, akkor ezek egyedi, attoszekundumos lézerimpulzusokként jelennek meg a szűrés után [1, 2].

A magasharmonikus-keltéshez használt nagy energiájú lézerimpulzusnak ilyenkor – izolált attoszekundumos impulzusok előállításakor – praktikusán két feltételnek kell megfelelnie: az első, hogy a lézerimpulzus



2. ábra. A legmagasabb energiájú magas harmonikusok kiválasztása megfelelő spektrális szűrő alkalmazásával (lila szaggatott vonallal jelölve) izolált (nem sorozat) attoszekundumos impulzus előállítását eredményezi [1, 2]



Szipőcs Róbert, PhD, okleveles villamosmérnök (BME, MSc), lézerfizikus (SZTE, PhD), a HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont tudományos főmunkatársa, az R&D Ultrafast Lasers Kft. ügyvezetője. A részben Krausz Ferencsel közösen, a femtoszekundumos lézertechnológia fejlesztése területén elért eredményeiért többek között Nemzetközi Gábor Dénes-díjat, Akadémiai Szabadalmi Nívódíjat, az ELFT Bródy Imre-díjat és az MTA Fizikai Tudományok Osztálya Fizikai Díját kapta.