

**Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin MTA doktori
értekezésének bírálata**
Dr. Földes István

Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin méltó folytatója a magyar optikai, lézerfizikai hagyományoknak. Tudományos eredményei, publikációi, hivatkozásai kiemelkedőek, nemzetközileg is rendkívüli tekintélynek örvend. Élve az új lehetőséggel, amely lehetővé teszi azt, hogy az MTA doktori fokozatáért a jelölt egy viszonylag kompakt összefoglalást adjon és releváns publikációit mellékelje, Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin „*Attoszekundumos impulzusok keltése, karakterizálása és alkalmazásai*” című doktori értekezése a hivatkozásokkal együtt mindössze 51 oldal, amelyet mintegy 200 oldalnyi releváns publikáció követ. Maga a doktori értekezés így valójában egy kibővített tézisgyűjteménynek felel meg. Kétségtelen, hogy a tömörebb forma könnyebbséget jelenthet a jelöltnek, megszabadítva attól a nehézségtől, hogy le kelljen fordítania saját, többnyire angol nyelvű publikációit, amit aztán igen kevesen fognak elolvasni. Ezzel szemben azoknak, akik az értekezést olvassák, ez a forma igen nagy nehézséget okoz, hiszen sok alapvető részlet, előzmény nem került bele. Összegezve úgy gondolom, hogy ez a forma megfelelő ahhoz, hogy megmutassa a kutató eredményeit, bizonyítsa azt, hogy az MTA doktori fokozat jó kezekbe kerül, de alkalmatlan a témakörben nem járatos olvasó témakörben való összképének kialakításához.

Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin doktori értekezésében tömör összefoglalást ad az attoszekundumos impulzusok vizsgálatából. Mint a témakör egyik úttörője, a mű már a témakör alapjaiban is tartalmazza saját munkásságát. Az értekezetben Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin mindig világosan elkülöníti saját eredményeit mások munkásságától. A szűkre vett terjedelem miatt az elméleti alapok inkább csak képszerűen jelennek meg, a hosszabb levezetések a mellékelt cikkekben találhatók. Ez a forma viszont egy jó képet vetít az olvasó elé, még ha nem is engedi a témakörbe való mélyebb behatolást. Az értekezés jó magyarsággal íródott, talán azt lehet kifogásolni, hogy többnyire a költői *mely* szót használja az *amely* vonatkozó névmás helyett.

A tézisfüzet az értekezéshez képest viszonylag terjedelmes, a bevezetés gyakorlatilag megegyezik az értekezés bevezetésével, de viszonylag több stilisztikai hibát tartalmaz. A benne foglaltatott tézispontok száma rendkívül magas, a 13 tézispont még számos alpontot is tartalmaz. Szerencsésebb lett volna, ha Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin a tézispontokban összefoglal eredményeket, nem ad szinte minden mellékelt publikációnak külön tézispontot. Így például a 3., 4.1 és 4.2 tézispontok könnyen összevonhatók, hiszen mindegyik a csőrp kompenzálását tárgyalja különböző módszerekkel. Hasonló módon a 12.1 és 12.2 pontokat is felesleges külön pontban tárgyalni. Ezek a megjegyzések nem érintik Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin munkásságát, hiszen a mellékelt 27 elsőrangú publikáció fényesen igazolja az eredményes tevékenységet. Ezért a tézisekben felsorolt eredményeket Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin saját eredményeinek ismerem el.

A bíráló jelentős gyakorlati alkalmazásnak tartja a harmonikus-keltés optimalizálását az ELI paramétereire felskálázva, amely szimulációk eredményeként nagy lézerenergiák esetén is meghatározta az optimális működési paramétereket, és ezeket meg is valósította az ELI-ALPS lézerein. A 12.1 tézispontban említett munka, a fém szűrők törésmutatójának RABBIT technikával való meghatározása azt mutatja, hogy Dr.

Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin nyitott a különböző technikai alkalmazások iránt is, ami a fotoionizáció ionizációs késleltetésének vizsgálata mellékterméke lehetett.

Formai megjegyzések:

A magyar nyelvtől idegen a passzív szerkezet olyan esetekben, mint a 6. oldalon „elektron....energiája egy nagyenergiás foton formájában kibocsátódik”.

Már a 7. oldalon megemlíti a ponderomotoros energiát. A megértés szempontjából jobb lenne, ha már vagy itt megadná a vonatkozó képletet, vagy pedig utalna a később, 14. oldalon megadott (1) egyenletre.

A 7. oldal alján írja, hogy az attoszekundumos sávkamera esetében: „időtartománybeli módszerrel karakterizálták...” az impulzusokat. Itt azért jó lenne 1-2 mondatban leírni, mi az az időtartománybeli módszer.

10. oldal: „hullámforrások”.

A bevezetésben hivatkozással, majd a 10. oldalon és a későbbiekben is sokszor említi a FROG eljárást, illetve a FROG algoritmust. Nyilván a limitált terjedelem miatt nem részletezi ezt, viszont a nem szakember számára jó lenne, ha legalább – röviden – az elveket és az eljárás módszerét legalább szavakban röviden részletezné.

A 15. oldalon helyesen: ϵ_0 a **vákuum** dielektromos állandó.

A 17. oldalon nem definiálja az ω_q sugárzási frekvenciát, sem a h spektrumot.

A 22. oldalon nem világos a 13b ábra, feltételezhetően a jobb oldali időfüggés a kiemelt harmonikusra vonatkozik

A bevezetőben Mach-Zender, a 25. oldalon Mach-Zehnder interferométert ír. Ebben a különböző források is eltérnek egymástól, a bíráló úgy gondolja, hogy az utóbbi a helyes.

A 29. oldalon „Továbbá meghatároztam...” helyett jobb lenne „Emellett meghatároztam”, mivel a továbbá szó nem jó mondat kezdőszóként. Uott: „A keltett sugárzást az alacsony rendű harmonikusok dominálják” helyett „A keltett sugárzásban az alacsony rendű harmonikusok dominálnak”.

A 32. oldalon Up sajtóhiba (p index).

A tézisfüzetben:

A 7. oldalon a „kényszerített elektrondipól” helyett dipólmomentum vagy dipólus momentum lenne jobb. Az attoszekundumos impulzussorozat impulzusai inkább keletkeznek, mint keltődnek.

A 8. oldalon „keltőimpulzus”= keltő impulzus

A 10. oldal 5.2 tézispont: A HHG folyamatnak a keltő....

A 11. és 12. oldalon a 9.1 és 11, tézispontok megfogalmazásánál jobb lenne nem „terveztem egy ... vizsgálatot...” és „terveztem egy tanulmányt...”. Ehelyett „Numerikus vizsgálatot terveztem” illetve „Tanulmányt terveztem” változat használata sokkal jobb lett volna.

Szakmai jellegű megjegyzés:

1. A 37. oldalon túlságosan tömören említi, hogy „az IR tér képes az elektronoknak energiát átadni, amikor azok az infravörös lézertér nulla pillanatnyi értékénél keletkeznek” Ez így önmagában gyakorlatilag érthetetlen, a hivatkozott [T24, T25] cikkekből derül ki, mit is jelent. A magas harmonikus sugárzással fotoionizált szabad elektron akkor tud a lézertérből fotonokat felvenni, ha a fotoelektron kiszabadulása akkor történik, amikor az infravörös lézerimpulzus térerőssége éppen zero. Ez az elméletileg és kísérletileg is alátámasztott nagyon szép eredmény megérdemelt volna az egy

mondatnál kicsit részletesebb tárgyalást. Ugyanezen az oldalon szintén hiányolható a momentumleképező elektronspektrométer leírása, és a kapcsolódó eredmények kicsit behatóbb részletezése.

2. A különböző átmenetekből történő fotoionizáció késleltetésének időfüggését a 20. ábrán foglalja össze leírás nélkül. Kérem, ismertesse a különbséget a sávkamerás illetve a RABBITT módszerrel kapott eredmények között az előnyök ill. hátrányok megemlítésével.

A dolgozathoz kapcsolódó kérdéseim:

1. A 25. oldalon írja, hogy a fázisillesztés 800 nm hullámhossz és $4,5 \times 10^{14} \text{ W/cm}^2$ esetén az elérhető fotonenergiát 110 eV körül korlátozza. Meg tudna adni egy ezt leíró összefüggést ill. skálatörvényt? Hogyan függ ez a választott nemesgáztól?
2. Rendkívül perspektivikus az izolált attoszekundumos impulzusok létrehozásának az a módszere, ami a keltő lézerimpulzus mellé egy THz-es impulzust használ. Magyarországon erős hagyományai vannak a THz-es vizsgálatoknak, mégis, eddig a területen a Max-Born Intézettel való együttműködésben végzett kísérletet említ. Tervez-e a közeljövőben az ELI-ALPS berendezés THz-es csoportjával együttműködésben ilyen kísérletet a T18-nál hosszabb hullámhosszú sugárzással?
3. A 6.4 és 6.5 pontokban említett elektronkorrelációs és molekula-vizsgálatok izgalmas területek, de nem a saját munkán alapulnak. Mi indokolja ezeknek a 6.2 és 6.3-ban említett saját munkákkal azonos súlyú megjelenítését? Kapcsolódó kérdés: A molekulák femtoszekundumos spektroszkópiájáért korábban Zewail kapott Nobel-díjat. Melyek azok a folyamatok, ahol az a felbontás már nem elég, attoszekundumos spektroszkópiára van szükség?

Kiemelkedő tudományos eredmények:

Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin nemcsak tisztázta számításaival az úgynevezett attocsörp létezését, hanem módszereket dolgozott ki annak kompenzálására, így jelentős szerepe volt a magas harmonikusok által generált attoszekundumos impulzusok rövidítésében, ami alapvető az attofizika létrejöttéhez. Jelentős eredményeket ért el a lézer teréhez egy segédter hozzáadásával, ami az attoszekundumos impulzussorozat hosszát csökkenti, és izolált attoszekundumos impulzusok létrehozását teszi lehetővé. A munkásság különleges erénye az elmélet, kísérlet és alkalmazások egysége, egymásra épülése.

Összefoglalásképpen megállapítom, hogy Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin munkája magas színvonalú kutatási tevékenységet takar, a doktori munka eredményeit az MTA doktori cím megszerzéséhez elegendőnek tartom, a tézispontokban megfogalmazott eredményeket Dr. Geretovszkyné Dr. Varjú Katalin új tudományos eredményeként elfogadom. A bíráló javasolja a disszertáció nyilvános vitára bocsájtását, valamint sikeres védelem esetén az MTA doktori fokozat odaítélését.

Budapest, 2025. június 17.

Dr. Földes István
az MTA doktora