


Nanoplazmonikus Lézeres Fúzió Kutatólaboratórium

Ismertetés az MTA Fizika Osztály részére

T.S. Biró¹, N. Kroó¹ L. P. Csernai²

¹ELKH  Research Centre for Physics, Budapest

²University of Bergen, Norway

2020. október 17.

Céljaink

- Lézeres femtoszekundumos egyszerre begyűjtással instabilitás elkerülése
- Nanotechnológia céltárgy készítés egyidejű begyűjtáshoz
- Lézeres energiaközlés rövid impulzussal
- Spektroszkópia, termék-kimutatás
- Elméleti számolások: energiaátadás, hozam, időzítés

Outline

- 1 Motiváció és célok
- 2 Nanoplazmonikus lézeres kutatásaink

Outline

- 1 Motiváció és célok
- 2 Nanoplazmonikus lézeres kutatásaink



Áramtermelés elvi forrásai

környezeti aspektusok

- Fa: 50 év alatt újul, szennyező
- Szén: nem újul, erősen szennyező
- Olaj: nem újul, szennyező
- Szél: megújul, szakadozó, hangszennyezés hatásfok 3%
- Víz: megújul, lokális, gátszakadás veszély tárolással 100 %
- Napelem: megújul, szemetet termel
- Maghasadás: nem újul, de újítható, szemetel
- Fúzió: megújul, rövid felezési idejű szemet,

termelt energia / tüzelőanyag magasan legnagyobb!

1. technika: Mágneses bezárás

Forró plazma: 150 M K;

Mágneses terek: tórusz (tokamak), csavart (sztellarátor)

Stabilizálás: szupergyors videó felügyelet

Lawson kritérium: elérve 2000-ben 10-20 másodpercre

Instabilitások: önmagát lefojtja jó esetben

2. Technika: Tehetelenségi fúzió a NIF-nél

Rövid pulzus mód (10-20 ns tömörítés, 5 ns begyújtás)

Lézeres begyújtás a target legközepén (10 kJ ért oda, 14 kJ-t termelt)

Gömbszerű, soklézeres (NIF: 192 lézer á 1.8 MJ, csúcs 500 TW ps)

Raleigh-Taylor instabilitás

Lawson kritérium: a target közepén teljesül, de az égés lassan terjed kifelé, a tágulás a nagy nyomás miatt gyors, így a target nagy része nem gyullad meg



3. Technika: ötleteink

Tervezett rétegek egyidejű begyűjtással

- Vékony (20μ) 2D rétegre: egymással szemben két szinkronizált nyaláb.
- Fém nanogömbök vagy rudacsákák: a target közepén növelni az abszorpciót

Outline

- 1 Motiváció és célok
- 2 Nanoplazmonikus lézeres kutatásaink

A projekt beadott terve

Első lépés: a két alapelv igazolása nem fúziós targeten.

- 1 Nanorészecskék: sűrűség, alak, méret optimalizálása
- 2 Lézer: egy- és kétoldali lövések, pulzushossz, intenzitás
- 3 Spektroszkópia: SERS, CH és CD vonal vizsgálata
- 4 keletkezik-e neutron a céltárgyban

Második lépés: fúziós target az ELI-ALPS-nál.

A csapat (23 fő)

2020 október

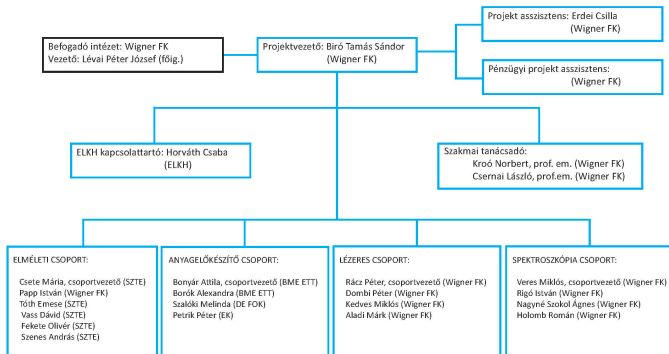
- Projekt menedzser (Biró Tamás), asszisztens (Erdei Csilla), pénzügyes (?)
- Tudományos ötletgazdák és tanácsadók (Kroó Norbert¹, Csernai László¹)
- Lézeres csapat (Rácz Péter, Aladi Márk, Kedves Miklós, Dombi Péter²)
- Spektroszkópia (Veres Miklós, Rigó István, Holomb Román, Nagyné Szokol Ágnes)
- Nanotechnológia (Bonyár Attila, Petrik Péter, Szalóki Melinda, Borók Alexandra)
- Elmélet (Csete Mária, Tóth Emese, Fekete Olivér, Vass Dávid, Szenes András, Papp István¹)

¹ szabadalmi bejegyzés, ² tanácsadó, ELI kapcsolat

Lab Structure



organogram



Külföldi partner intézetek

és kollégák

- Frankfurt Institute for Advanced Studies, Frankfurt am Main, Germany (Prof. Dr. Horst Stoecker, Dr. Leonid Satarov, Dr. Anton Motorenko)
- Extreme Light Infrastructure, ELI-NP, Magurele, Romania (Dr. Etele Molnar)
- University of Oslo, Oslo, Norway (Prof. Dr. Larissa Bravina, Dr. Evgeny E. Zabrodin)
- University of Bergen, Bergen, Norway (Prof. Dr. Laszlo P. Csernai, Prof. Dr. Rolf K. Eckhoff)
- Natl. Res. Ctr., Kurchatov Inst., Moscow, Russia (Prof. Dr. Igor N. Mishustin)
- Fellow of Los Alamos National Laboratory, NM, USA (Prof. Dr. Daniel D. Strottman)
- Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA (Dr. Csaba Toth)
- Purdue University, West Lafayette, IN, USA (Prof. Dr. Denes Molnar)

Válogatott publikációk ebben a témakörben

a projektben résztvevő személyek társszerzőségével

- 1 Csernai, L.P., Kroó and Papp, I. (2017). Procedure to improve the stability and efficiency of laser-fusion by nano-plasmonics method. Patent Note # P1700278/3 at the Hungarian Intellectual Property Office.
- 2 L. P. Csernai, M. Csete, I. N. Mishustin, A. Motornenko, I. Papp, L. M. Satarov, H. Stöcker, N. Kroo, Radiation dominated implosion with flat target, arXiv:1903.10896v3 and Physics of Wave Phenomena 28 (3) 187-199 (2020).
- 3 L.P. Csernai, Detonation on a time-like front for relativistic systems, Zh. Eksp. Teor. Fiz. 92, 379- 386 (1987).
- 4 L.P. Csernai and D.D. Strottman, Volume ignition via time-like detonation in pellet fusion, Laser and Particle Beams 33, 279 (2015).
- 5 L.P. Csernai, N. Kroo, and I. Papp, Radiation dominated implosion with nano-plasmonics, Laser and Particle Beams 36, 171 (2018).
- 6 Lednický, Tomáš; Bonyár, Attila; Large Scale Fabrication of Ordered Gold Nanoparticle–Epoxy Surface Nanocomposites and Their Application as Label-Free Plasmonic DNA Biosensors; ACS APPLIED MATERIALS and INTERFACES 12 (4) 4804-4814 (2020).
- 7 Bonyár, A ; Csarnovics, I ; Veres, M ; Himics, L ; Csik, A ; Kámán, J ; Balázs, L ; Kökényesi, S; Investigation of the performance of thermally generated gold nanoislands for LSPR and SERS applications, SENSORS and ACTUATORS B-CHEMICAL 255, 433-439 (2018).
- 8 N. Kroó & P. Rácz, Plasmonics - The Interaction of Light with Metal Surface Electrons, Laser Physics 26, 084011 (2016).
- 9 L. P. Csernai, N. Kroó, I. Papp and D. D. Strottman, Nanoplasmonic laser fusion response to Földes and Pokol, Laser and Particle Beams 39, 123 (2020), <https://doi.org/10.1017/S0263034620000348>
- 10 István Papp, Larissa Bravina, Mária Csete, Igor N. Mishustin, Dénes Molnár, Anton Motornenko, Leonid M. Satarov, Horst Stöcker, Daniel D. Strottman, András Szenes, Dávid Vass, Tamás S. Biró, László P. Csernai, Norbert Kroó, (NAPLIFE Collaboration), Laser Wake Field Collider, arXiv-2009.0368

Büdzsé

Beadott terveink

5 évre terveztünk (v 2.0):	1600 M Ft; nem egyenletesen.
Vírus RNA detektálás fúziós diagnosztikával:	100 M Ft
Wigner FK lézeres + elméleti + Raman + tanácsadók:	400 M Ft
BME + DE + EK nanotechnológiás céltárgy csapat:	200 M Ft
SZTE kvantumoptika elméleti csapat:	100 M Ft
Beruházás és dologi költség:	800 M Ft

Büdzsé

Első év, feltételek

NKFIH támogatás, nemzeti lab program, 2020

Döntésről értesítés: 2020.09.28.

Státuszunk: "kutatólaboratórium"

Nov.15.-ig kérik a belföldi és külföldi kapcsolatok listáját

A támogatás (115 MFt) 2021.08.28.-ig költhető

3 havonta szakmai beszámolás

Projektirányító testület (NKFIH), kapcsolattartó (ELKH)

Előzetes munka

ELKH 2020 külön támogatások 20+10+10 MFt

- 1 Egyirányú belövés polimer targetre, Au nanorudak
- 2 Optikai asztal + vákumkamra setup a kétirányú belövéshez
- 3 UDMA + Au nanorudak, 7 x (2-3) mikron rétegek, össz. 20 mikron
- 4 Energia abszorpció szimulációk a kísérleti paraméterekkel
- 5 Elektromos és mágneses mező számítások közegben, relativisztikusan
- 6 Felületerősített Raman spektroszkópia, strukturális változás, CH és CD csúcsok

Miért éri meg?

kutatási perspektíva

- A fúziós energiatermelés egy instabilitását megkerülhetjük az egész target egyidejű begyűjtésével.
- Ezt nanorészecske-sűrűségprofil kialakításával keressük.
- Nagyon kis mennyiségek detektálása felületerősített Raman spektroszkópiával és tömegspektrométerrel.