

fizikai szemle

**Krausz Ferenc
Nobel-díja**

**Kapcsolódó
hazai kutatások
Az ellipsziszről**

2024/1

nka

Fizikai Szemle

MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

A Matematikai és Természettudományi Értesítőt az Akadémia 1882-ben indította
A Matematikai és Fizikai Lapokat Eötvös Loránd 1891-ben alapította

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat havonta megjelenő folyóirata.

Támogatók: a Magyar Tudományos Akadémia Fizikai Tudományok Osztálya, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, a Magyar Biofizikai Társaság, a Magyar Nukleáris Társaság és a Magyar Fizikushallgatók Egyesülete

Főszerkesztő:
Iglói Ferenc

Szerkesztőbizottság:
Asbóth János, Biró László Péter, Czitrovszky Aladár, Gyürky György, Horváth Dezső, Horváth Gábor, Kiss Ádám, Kopasz Katalin, Néda Zoltán, Ormos Pál, Pálfalvi László, Rábóczi Bence, Simon Ferenc, Simon Péter, Sükösd Csaba, Szabados László, Szabó Gábor, Takács Gábor, Trócsányi Zoltán, Ujvári Sándor

Olvasószerkesztő:
Bodrog Zoltán

Technikai szerkesztő:
Hock Gábor

A folyóirat e-mail címe:
fsz_szerkesztok@elft.hu
A lapba zánt írásokat erre a címre kérjük.

A beküldött tudományos, ismeretterjesztő és fizikatanítási cikkek a Szerkesztőbizottság, illetve az általa felkért, a témában elismert szakértő jóváhagyó véleménye után jelenhetnek meg.

A folyóirat honlapja:
<http://fizikaiszemle.elft.hu>



A címlapon:

Krausz Ferenc a müncheni Max Planck Intézeti laboratóriumában
(Fotó: Stefan Höck/LMU)

TARTALOM

<i>Dombi Péter:</i> Krausz Ferenc Nobel-díja és a kapcsolódó hazai kutatások	1
<i>Bakos József:</i> Visszaemlékezések Krausz Ferenc Nobel-díjával kapcsolatban	2
<i>Tóth Csaba, Varró Sándor:</i> A sokfotonos fémfelületi folyamatoktól az alagútmisszió át az attoszekundumos fényimpulzusokig: a 2023. évi fizikai Nobel-díj előzményei a KFKI/SZFKI-ban	6
<i>Szipőcs Róbert:</i> Az izolált attoszekundumos impulzusok előállítását megalapozó lézerfizikai fejlesztések a kilencvenes évek közepén a Bécsei Műszaki Egyetemen	12
<i>Dombi Péter:</i> Krausz Ferenc – magyar Nobel-díj az extrém nemlineáris optikáért	16
<i>Slíz-Balogh Judit, Máday Attila, Sári Pál, Horváth Gábor, Barta András:</i> A Kordylewski-porholdak asztropolarimetriája	20

REFLEKTORFÉNYBEN

<i>Dombi Péter:</i> Interjú Kroó Norberttel	24
---	----

A FIZIKA TANÍTÁSA

<i>Bartos-Elekes István:</i> Krausz Ferenc 2016-ban a XXVI. nagyváradi Schwartz Lajos Emlékverseny meghívott előadója volt	27
<i>Baranyai Klára:</i> Az ellipsziszről (már csak?) fizikaórán	28
<i>Sükösd Csaba:</i> Miért körpályához közeli (kis excentricitású) pályán keringenek a bolygók a Nap körül?	31

MEGEMLÉKEZÉS

<i>Kovács József, Szabó M. Gyula:</i> Jankovics István (1943–2023)	34
<i>Hamvas György, Trócsányi Zoltán:</i> Trajmar Sándor (1931–2023)	35
<i>Faigel Gyula, Pusztai Tamás:</i> Gránásy Lászlóra emlékezünk	35

MELLÉKLETEK – Fizikai Szemle (fizikaiszemle.elft.hu)

Kármán Tamás: A Fizikai Szemle 2024. évi falinaptára

~~~~~

*P. Dombi:* Ferenc Krausz's Nobel Prize and related research in Hungary  
*J. Bakos:* Recalling Ferenc Krausz in association with his Nobel Prize  
*Cs. Tóth, S. Varró:* From multiphoton metal surface processes through tunnel emission to attosecond light pulses: the antecedents of the 2023 Nobel Prize in Physics at KFKI/SZFKI  
*R. Szipőcs:* Developments in laser physics that formed the basis for the production of isolated attosecond pulses in the mid-1990s at the Vienna University of Technology  
*P. Dombi:* Ferenc Krausz – Hungarian Nobel Prize for extreme nonlinear optics  
*J. Slíz-Balogh, A. Máday, P. Sári, G. Horváth, A. Barta:* Astropolarimetry of the Kordylewski dust cloud

## IN THE SPOTLIGHT

*P. Dombi:* Interview with Norbert Kroó

## TEACHING PHYSICS

*I. Bartos-Elekes:* Ferenc Krausz was invited lecturer at the 2016 XXVIth Lajos Schwartz Memorial Competition in Nagyvárad  
*K. Baranyai:* About the ellipse (only?) in physics class  
*Cs. Sükösd:* Why do the planets orbit the Sun in a near-circular (small eccentricity) orbit?

## COMMEMORATION

*J. Kovács, M. Gy. Szabó:* István Jankovics (1943–2023)  
*Gy. Hamvas, Z. Trócsányi:* Sándor Trajmar (1931–2023)  
*Gy. Faigel, T. Pusztai:* We remember László Gránásy

Fizikai Szemle

MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

megjelenését támogatják:



EMBERI ERŐFORRÁSOK  
MINISZTERIUMA



# KRAUSZ FERENC NOBEL-DÍJA ÉS A KAPCSOLÓDÓ HAZAI KUTATÁSOK



A Fizikai Szemlében átfogó összeállítást közlünk Krausz Ferenc Nobel-díjjal kitüntetett eredményeiről és a fény-anyag kölcsönhatási folyamatok kutatásának hazai előzményeiről. Ugyan a lézert legtöbbször folytonos fényforrásként ismerik, már a világ első lézere, a rubinlézer is impulzusüzemben működött a pumpáláshoz használt fotográfiai villanólámpák miatt. Az ilyen lézerek az impulzushossz (a lézerimpulzusok időtartama) és ezért az elérhető csúcshintézés tekintetében is szédületes fejlődésen mentek keresztül az 1960-as évektől kezdve – amint azt a kapcsolódó részletes cikkemben (16–19. old.) is bemutatom. Ezt a fejlődést eleinte két rövid impulzusok előállítására alkalmas technika tette lehetővé: a lézerezonátorokon belüli Q-kapcsolás és a módusszinkronizáció. Ezekkel lehetett igazán rövid, nano- majd pikoszekundumos lézerimpulzusokat előállítani és a csúcshintézést jelentősen megnövelni. Ez a töretlen fejlődés azóta is tart – nem kis részben Krausz Ferenc

munkájának köszönhetően, aki az 1990-es évek elejét a femtoszekundumos módusszinkronizációs módszerek kutatásának szentelte, és azóta is aktívan fejleszti a világ leginnovatívabb lézerrendszereit.

A rövid impulzusú lézerek technológiáját két további fontos találmány vitte előre 1985 után: a 2018-ban Nobel-díjjal kitüntetett lézerefény-erősítési technológia (Gérard Mourou és Donna Strickland találmánya), valamint a titánnal adalékolt zafirkristály mint lézeraktív anyag használata. Ezt nagy erősítési sávzélességének és előnyös mechanikai tulajdonságainak köszönhetően ma is széles körben használják femtoszekundumos kutatólaboratóriumokban mind lézeroszcillátorokban, mind erősített lézerrendszerekben. A titán-zafir technológia jelentőségét mi sem mutatja jobban, mint az a tény, hogy a világ jelenleg legintenzívebb lézere, a bukaresti ELI-NP központban 2023-ban átadott 10 PW-os lézer teljes mértékben erre a technológiára épül: a romániai kutatóközpontban működő berendezés egy titán-zafir lézererősítő-láncolat.

Krausz Ferenc mindezen fejlesztési területeken kitüntette magát. Az 1990-es évek elején a Bécsi Műszaki Egyetemen módusszinkronizációs módszereket fejlesztett. 1993-ban Szípcs Róberttel társfeltalálóként jegyezte a csörpölt tükröket, melyeket először Ferencz Kárpát készített el Csillebércen. Ezeket a tükröket nagy sikerrel használták Bécsben kapillárisos (gázzal töltött üreges optikai szálak) impulzuskompresszorok fejlesztésére, így a 2000-es évek elejére ő volt az első, aki erősített 5 femtoszekundumos impulzusokat használhatott a kutatásaihoz. Ez a versenyelőny meghatározónak bizonyult az attoszekundumos kutatásokban is: a Bécsi Műszaki Egyetemen elsőként tudtak izolált attoszekundumos impulzusokat előállítani. Az ehhez szükséges lézertechnológiai, impulzuskompressziós háttérrel Szípcs Róbert cikke részletesen is bemutatja.

Krausz Ferenc kutatásai azonban nem korlátozódtak a femtoszekundumos technológia fejlesztésére. Érdeklődése a rövid lézerimpulzusok atomokkal való kölcsönhatásával kapcsolatban minden bizonnyal Bakos József KFKI-s laboratóriumában alakult ki. A Nobel-díjas kutató nyolcvanas évekből KFKI-s tartózkodásakor már jó ideje folytak az atomok és Q-kapcsolt lézerimpulzusok kölcsönhatására irányuló vizsgálatok. Ezt a háttérrel mutatja be Bakos József cikke.

Mindezzel párhuzamosan Farkas Győző, Horváth Zoltán és munkatársaik szintén a KFKI-ban intenzíven érdeklődtek az erős elektromágneses tér és az anyagi rendszerek kölcsönhatásai iránt. Ennek a munkának a háttérét Tóth Csaba és Varró Sándor cikke mutatja be, amely közvetlenül vezetett el a Nobel-díj részletes indoklásában is bemutatott 1992-es publikációhoz. Ebben Farkas Győző és Tóth Csaba elsőként vetítették előre attoszekundumos impulzusok keltését, mégpedig az akkor már ismert magas rendű felharmonikuseltési folyamat segítségével. Az elméleti felvetés kísérleti igazolására 2001-ig kellett várni, az attofizika „annus mirabilisében” Pierre Agostini és Krausz Ferenc egymástól függetlenül igazolta attoszekundumos fényimpulzusok létét.

Krausz Ferenc 2001 óta nemcsak számos fontos atomfizikai és szilárdtestfizikai folyamat attoszekundumos időbontott mérését végezte el elsőként, hanem aktívan részt vesz a közoktatásban tanuló diákok képzésében is, amit a *photonworld.de* honlap kiváló oktatóanyagai példáznak legjobban. Az utánunk következő generációk ügye iránti odaadását jól mutatja Bartos-Elekes István visszaemlékezése Krausz Ferenc 2016-os előadására a XXVI. Schwartz Emlékversenyen.

A Fizikai Szemle cikkgyűjteménye jól bemutatja azt a folyamatot, ami a lézerfizika hőskorától a legmodernebb attoszekundumos kísérletekig vezetett. A hatalmas fejlődést más szemmel nézve azt is láthatjuk, hogy miként köszöntött be a (lézer feltalálása előtti) lineáris optika korszaka után a nemlineáris, majd az extrém nemlineáris optika kora. A cikkek bepillantást adnak Krausz Ferencnek abba az úttörő kutató- és lézerfejlesztő munkájába is, ami lehetővé tette azt, hogy az attoszekundumos fényforrások manapság már nemcsak hagyományos kutatólaborokban vannak jelen, hanem a szegedi ELI-ALPS lézerközpontban a világ minden tájáról érkező kutatók, felhasználók számára is hozzáférhetők.

DOMBI PÉTER

HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont és ELI-ALPS Lézeres Kutatóintézet



R&D Ultrafast Lasers Kutatási és Fejlesztési Kft.

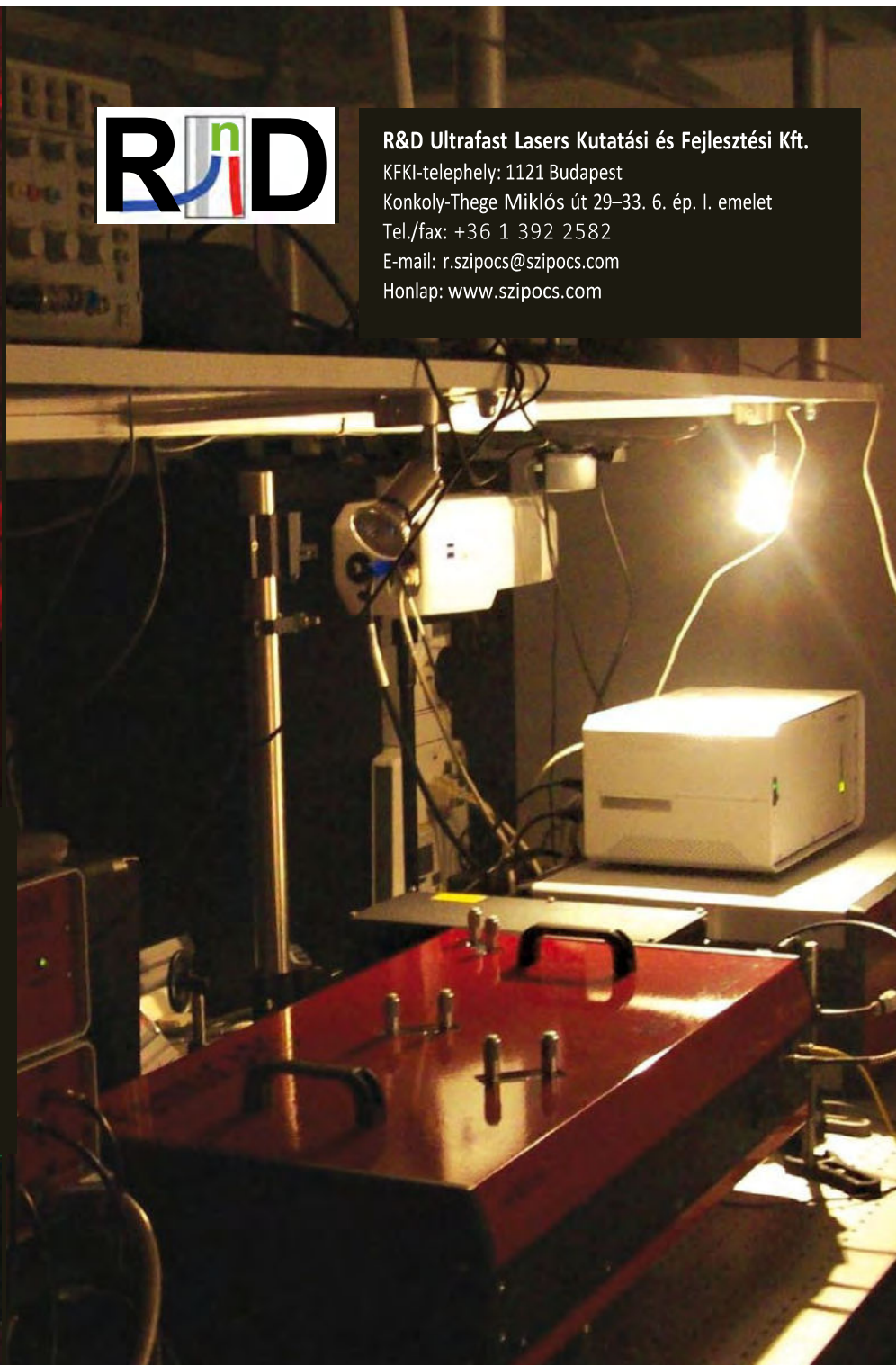
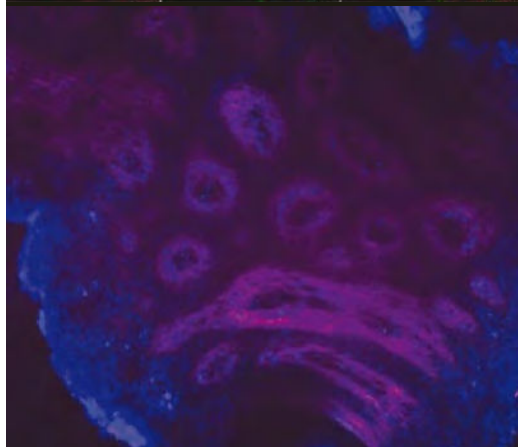
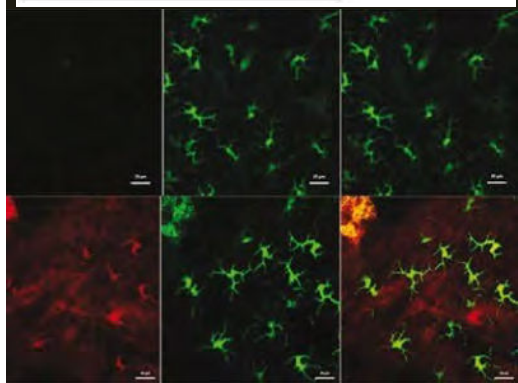
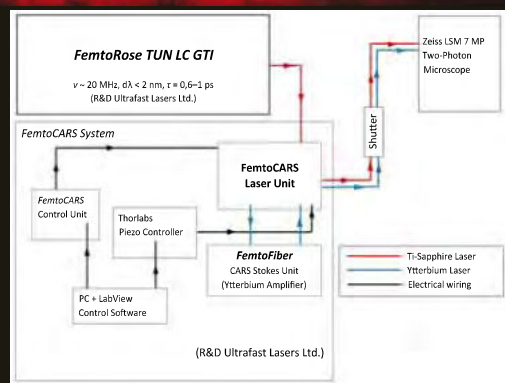
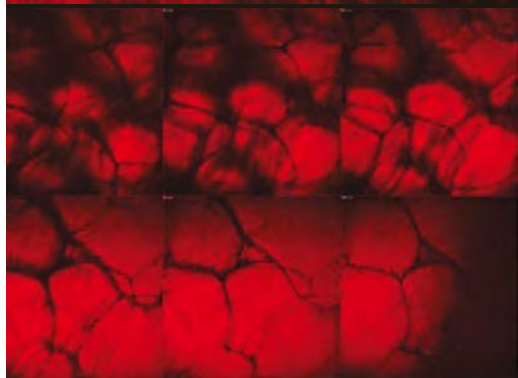
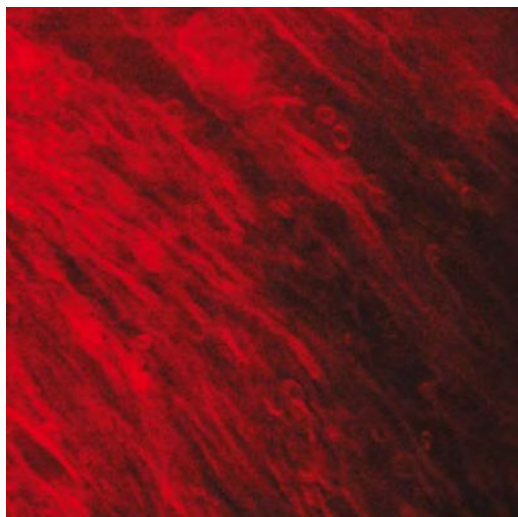
KFKI-telephely: 1121 Budapest

Konkoly-Thege Miklós út 29–33. 6. ép. I. emelet

Tel./fax: +36 1 392 2582

E-mail: r.szipocs@szipocs.com

Honlap: www.szipocs.com



Két hullámhosszon szinkron működő, szub-ps-os lézerrendszerek fluoreszcensjelölés-mentes, 3D mikroszkópiás eljárásokhoz (2P, SHG, CARS, FLIM)

R&D Ultrafast Lasers Kft. – az Ön partnere a pásztázó 3D mikroszkópiában

Egyéb kapcsolódó termékeink, szolgáltatásaink:

- ionosan porlasztott, kis diszperziójú vagy diszperziókompenzáló tükrök
- komplett lézer- és nemlineáris mikroszkóplaboratóriumok kiépítése
- szaktanácsadás
- femtoszekundumos lézerrendszerek szervizelése, karbantartása