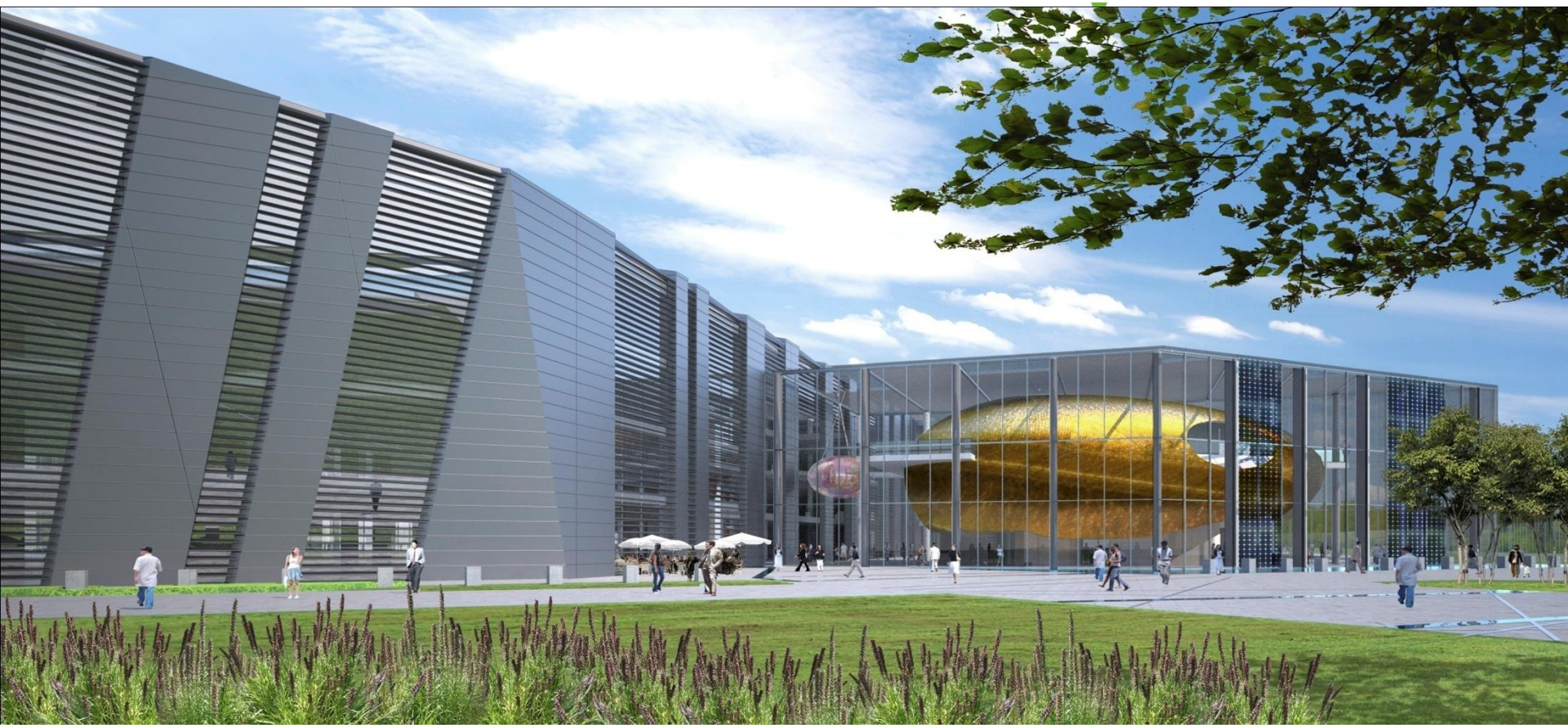
The ELI-ALPS secondary sources and selected science & applications cases



Dimitris Charalambidis

Berlin, 18 October 2013

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Connections between Secondary Sources and ELI-ALPS

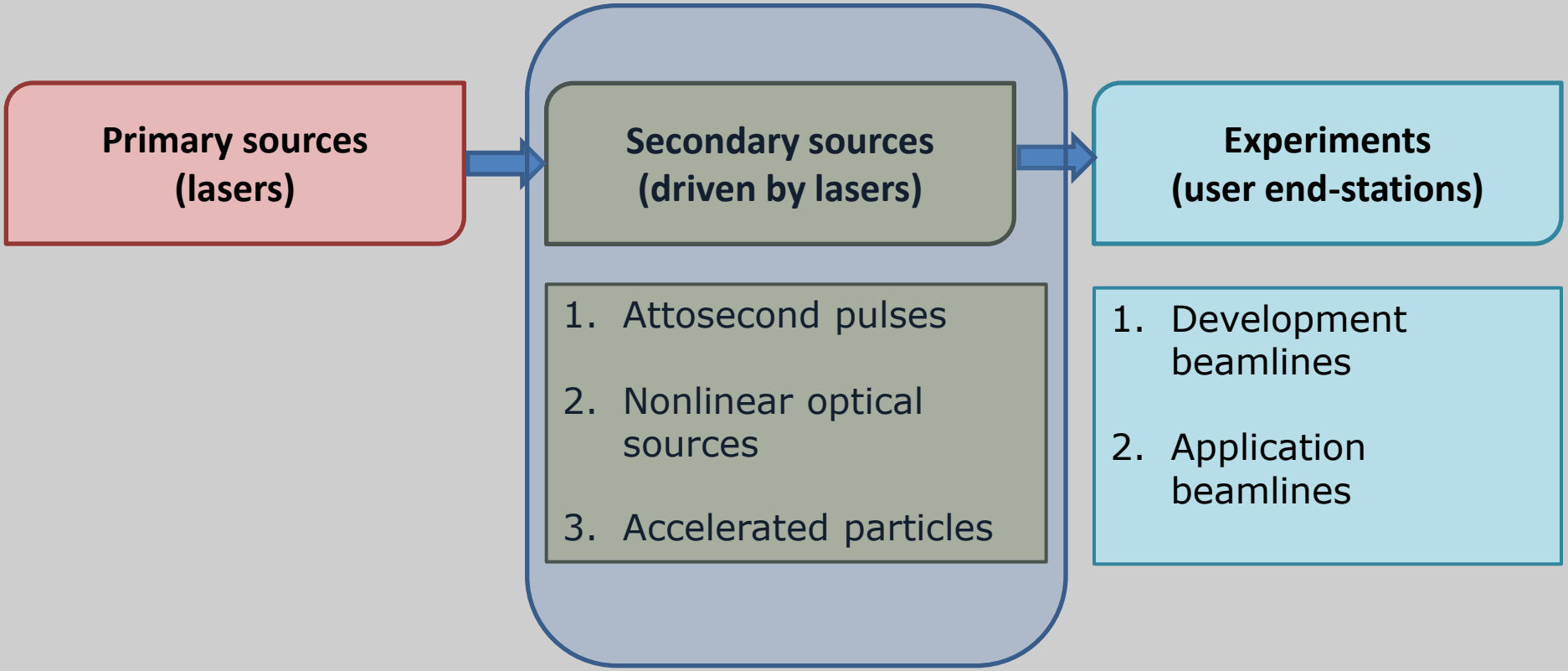
Main objective of ELI-ALPS:

Establish a unique attosecond facility, which provides to developers and users light sources emitting ultrashort pulses at high repetition rates in the **frequency range between THz (10^{12} Hz) and x-ray (10^{18}-10^{19} Hz)**

ELI-ALPS operation centered on the secondary light sources.
Wide frequency range of secondary sources will be available at ELI-ALPS.

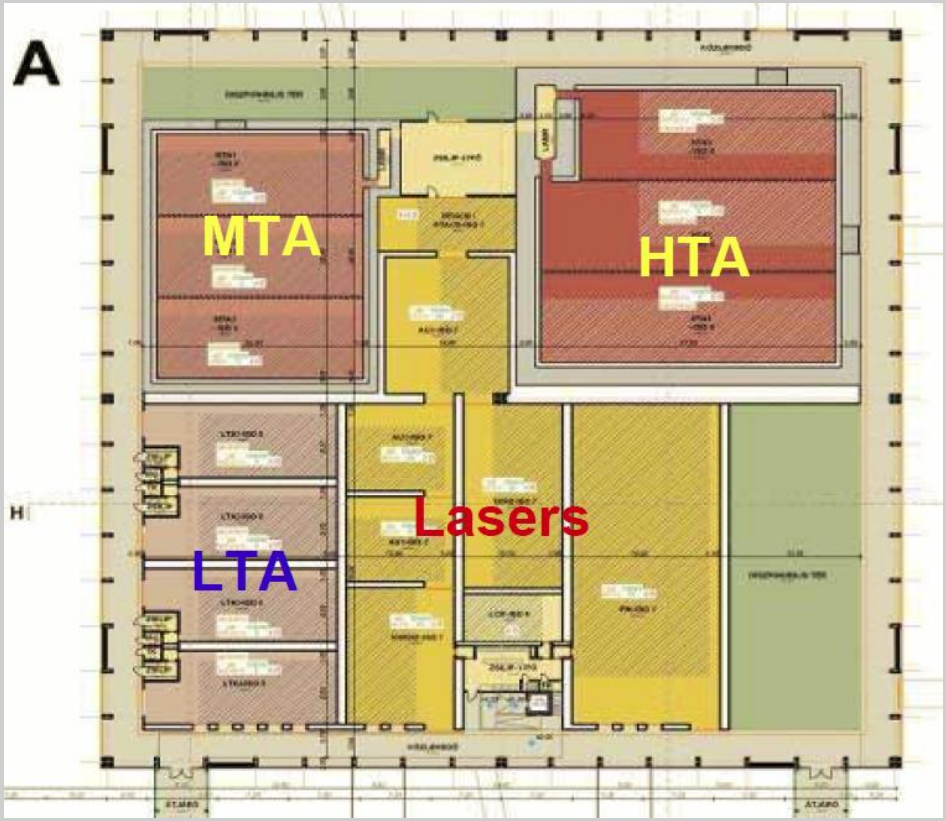
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Laser drivn secondary sources at ELI-ALPS



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Experimental areas for generating and using secondary sources at ELI-ALPS:



LTA: low radiation target area
MTA: medium radiation target area
HTA: high radiation target area

Building A

eli attosecond

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Secondary sources at ELI-ALPS

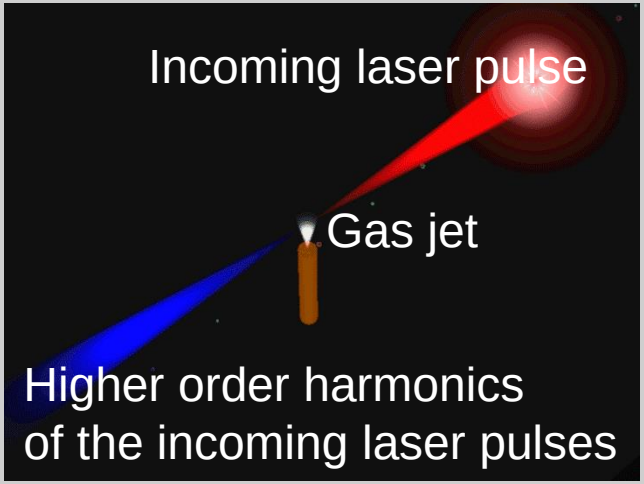
1) Gas High Harmonic Generation and Attosecond Pulses (GHHG)
2) Solid High Harmonic Generation and Attosecond Pulses (SHHG)
3) New Concepts for HHG and Attosecond Pulse Generation
4) THz sources
5) Electron and Ion Acceleration
6) User end stations and peripheral instrumentation

attosecond

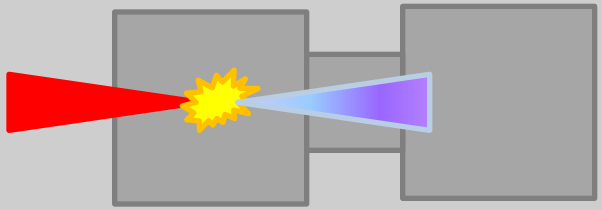
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Gas High Harmonics Generation → attosecond pulses



Optical ionization and recombination of gas particles



Vacuum Chamber for Harmonics Generation
(Ar, Ne, Kr, Xe, He gas jets)

Vacuum Chamber for Detectors
(photon, electron/ion detectors, characterization of attosecond pulses)

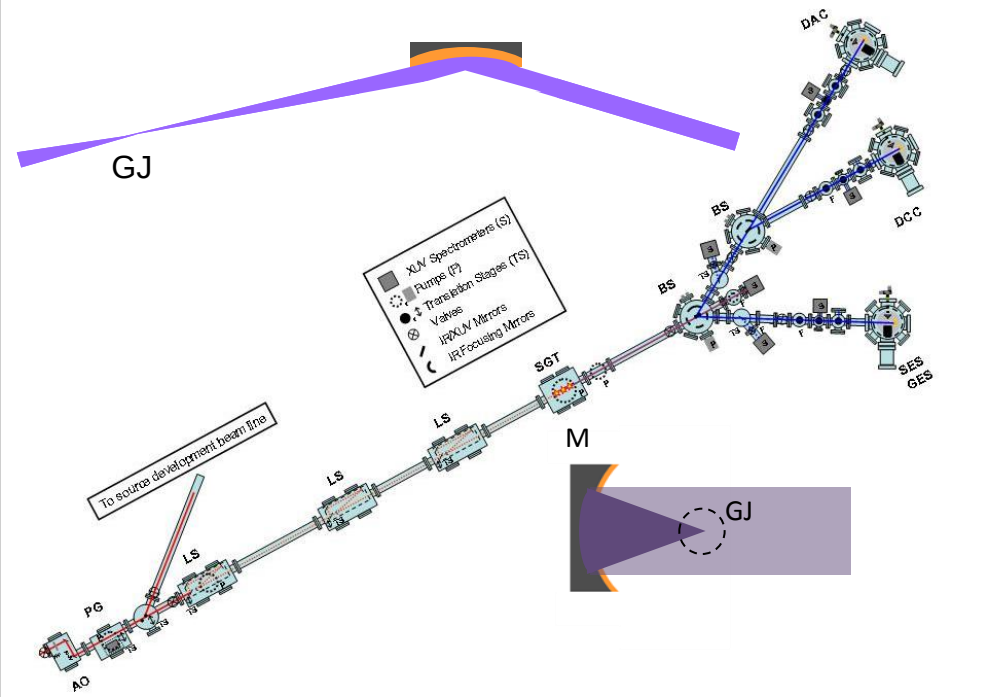
- 100 kHz GHHG for developments (LTA)
- 100 kHz GHHG for users applications (LTA)

- 1 kHz GHHG for developments (LTA)
- 1 kHz GHHG for users applications (LTA)

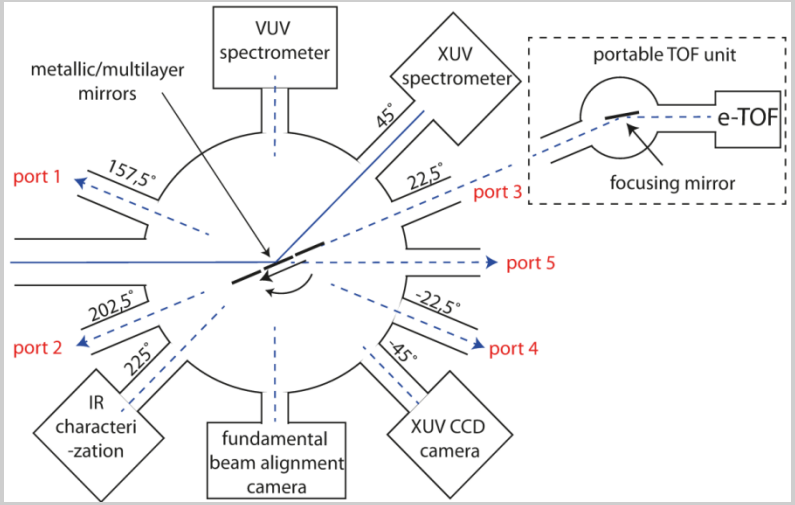
Goal: conceptual tests, characterization of pulses, basic and applied research

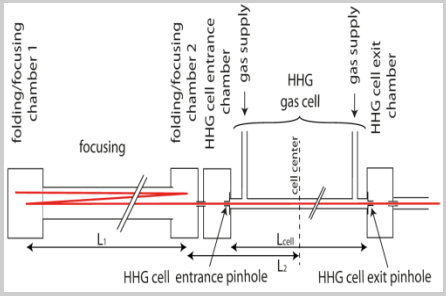
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

From the Conceptual Designs of GHHG



FORTH-IESL, Crete





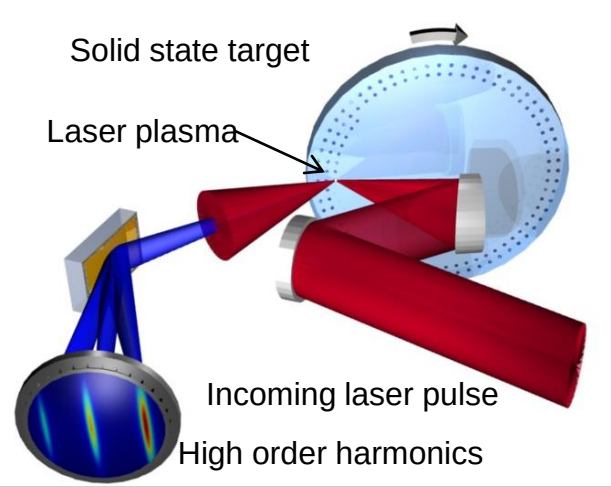
LUND University

attosecond

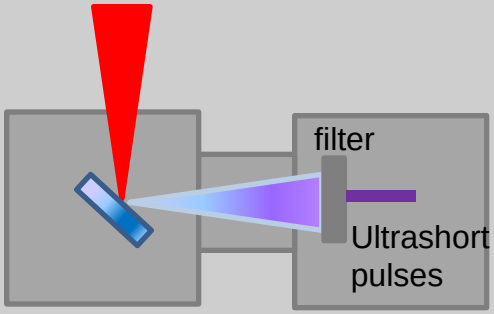
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Solid State High Harmonics Generation (SHHG) → attosecond pulses



- Solid density plasma
- Relativistic intensities
- High harmonics



Vacuum Chamber for Harmonics Generation
(solid state target)

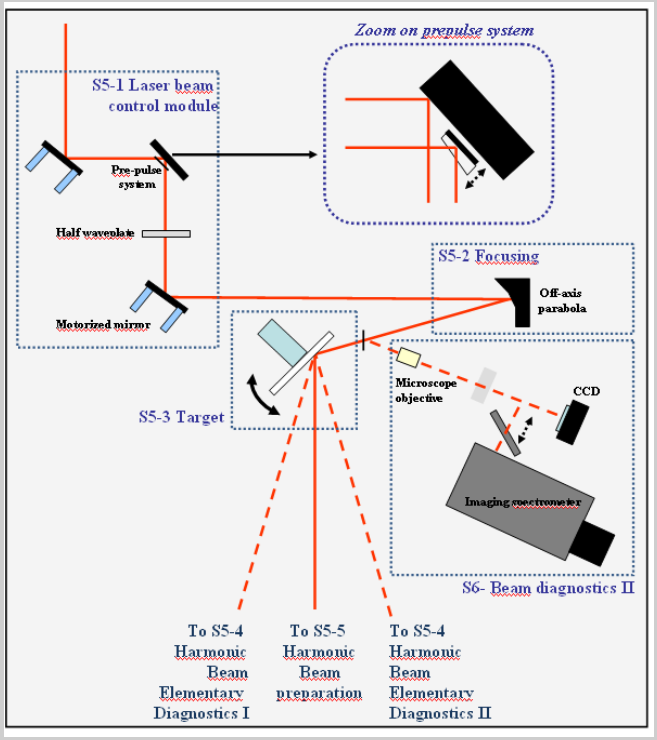
Vacuum Chamber for Detectors
(XUV, electron detectors, characterization attosecond pulses)

- 1 kHz SHHG for developments (LTA)
- 1 kHz SHHG for users applications (LTA)
- Generated by Petawatt laser; for developments (HTA)

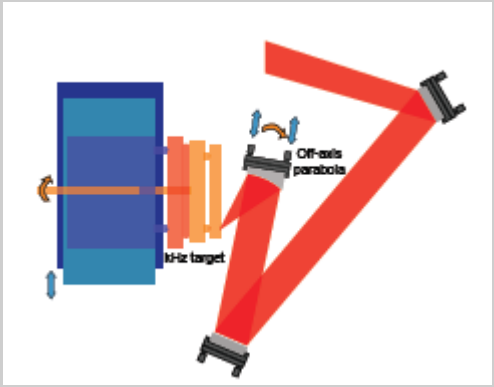
Goal: mapping scaling laws for the processes, technologies, characterization of the pulses, basic and applied research

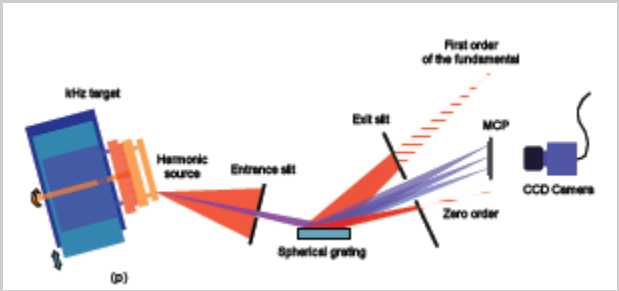
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

From the Conceptual Designs of SHHG



Commissariat à l'Energie Atomique

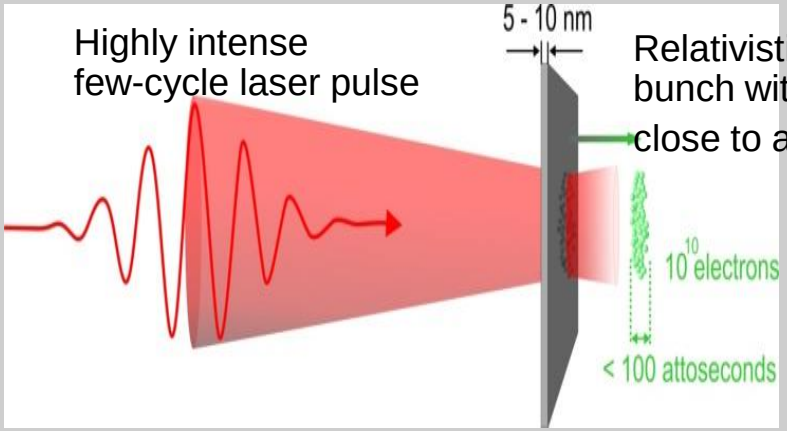


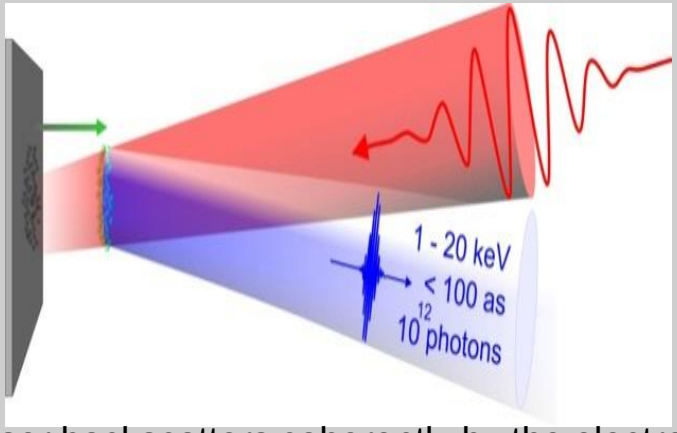


Laboratoire d'Optique Appliquée

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Novel attosecond source based on Thomson back scattering





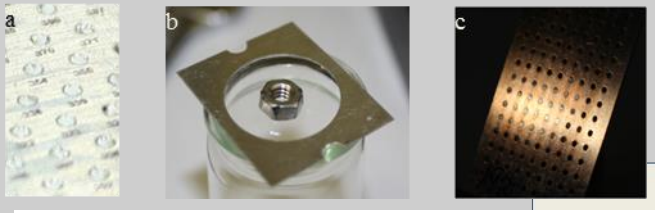
Laser backscatters coherently by the electrons.
Relativistic Doppler shift results energetic,
short wavelength, short pulse duration radiation

Goal: conceptual tests, evaluation of modeling estimations, basic and applied research

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

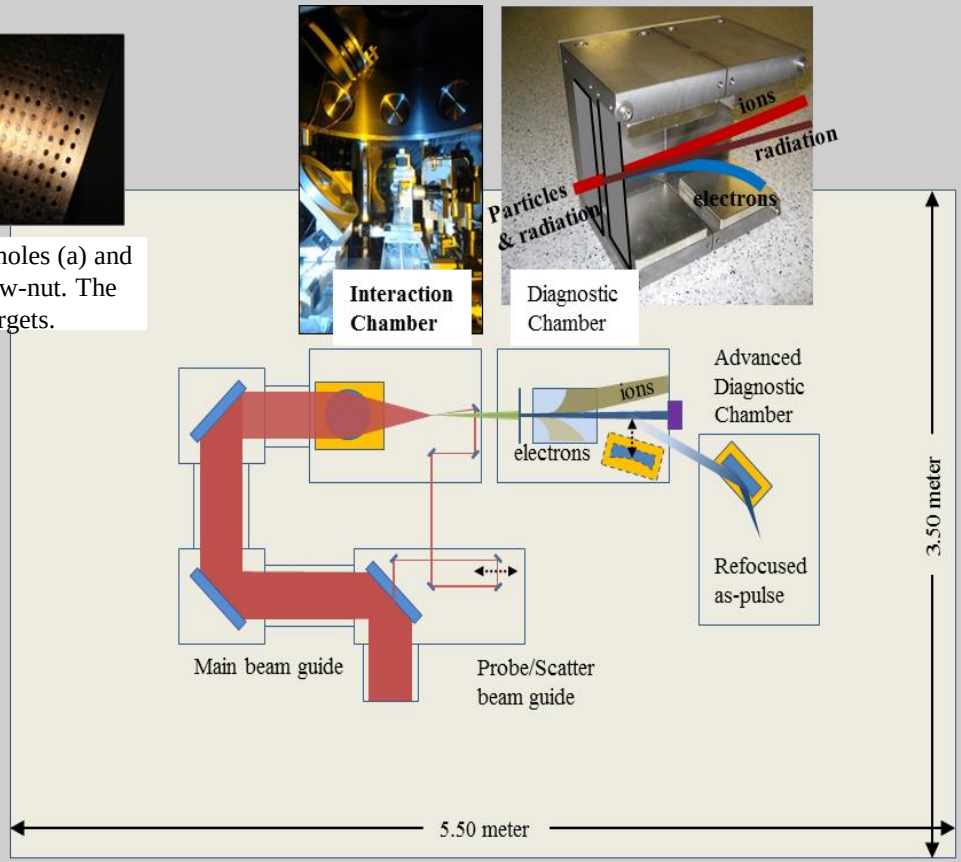
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

From the conceptual design of the novel attosecond source



Free-standing DLC foils on 0.5 mm diameter holes (a) and plastic foil spanned over 2 cm holding a screw-nut. The complete holder (c) contains 50-100 targets.

Ultra Fast Innovations (MPQ)



MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

New Concepts for HHG and Attosecond Pulse Generation

Possibilities at ELI-ALPS:

- New targets for HHG and test arrangements
- High harmonics originated from Thomson-scattering
- High harmonics generation assisted by THz radiation

- 1 kHz HHG source for developments (LTA)
- HHG generated by Petawatt laser; for developments (HTA)

Goal: high harmonic radiations for source developments, testing new idea, processes and principles

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

User end stations - Equipment

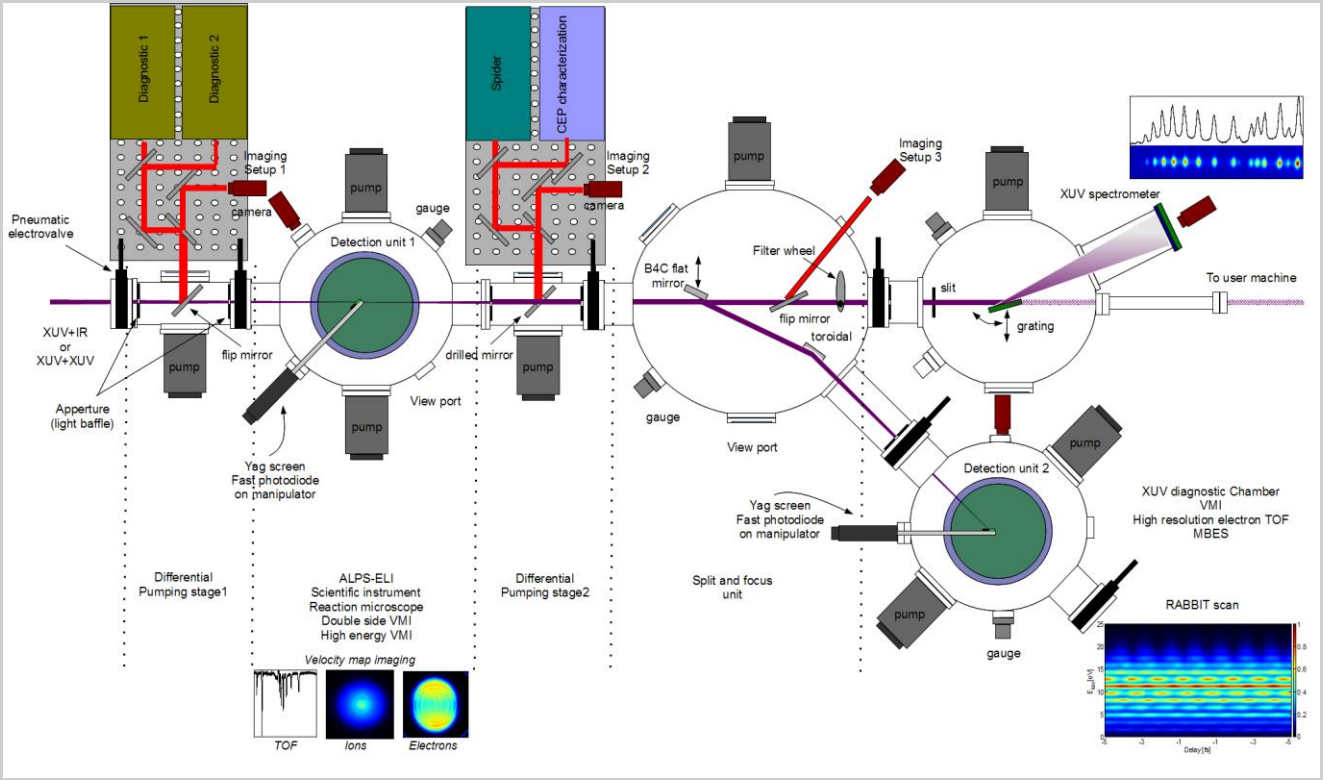
Available at ELI-ALPS:

- User end stations will be available for the users including
  - Stations for gas-phase experiments
  - Surface/material science research
  - Material processing and modification
  - Biology applications

- Peripheral diagnostic target positioning instrumentation will be provided including
  - Radiation and particle spectrometers
  - Reaction microscopes
  - Ion microscopes
  - Auto- and cross-correlates (IR-VIS-XUV-x-ray)
  - Micro/nano - positioners, translation stages

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

From the conceptual design of a versatile instrument



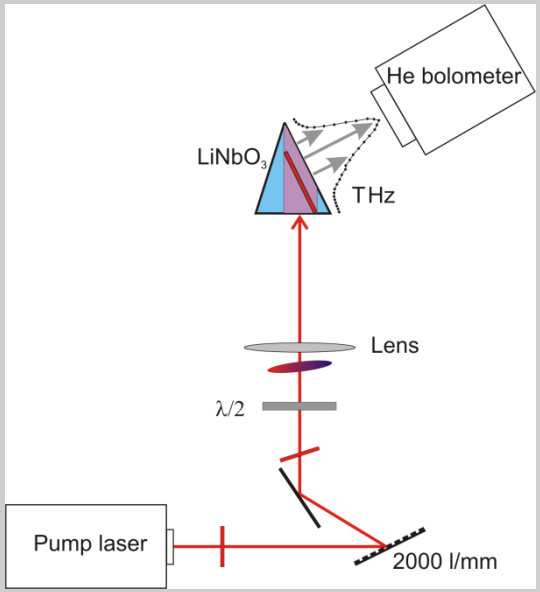
Max Born Institute

attosecond

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

THz Sources



Hebling et. al., Opt. Exp. 2002.

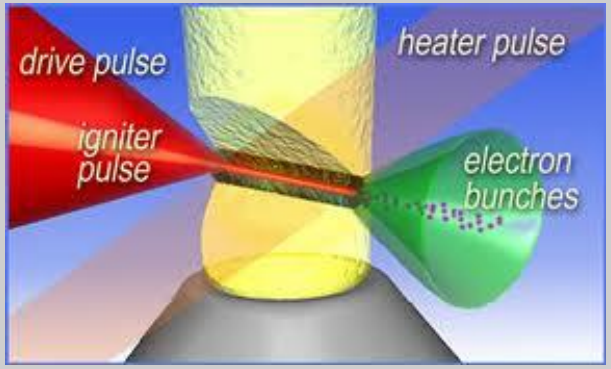
- Pump laser designed especially for this application (1J, 1kHz, 1μm)
- Speed matching based on optical rectification pumped by femtosecond laser pulses with tilted pulse fronts
- In $LiNbO_3$ medium
- Single cycle THz pulses
- mJ energy range
- 100 MV/cm focused electrical fields
- Diagnostics:
  - THz power meters, electro-optical switches, cameras
- Applications:
  - Linear THz spectroscopy
  - Nonlinear THz spectroscopy
  - Electron and ion acceleration
  - THz assisted HHG

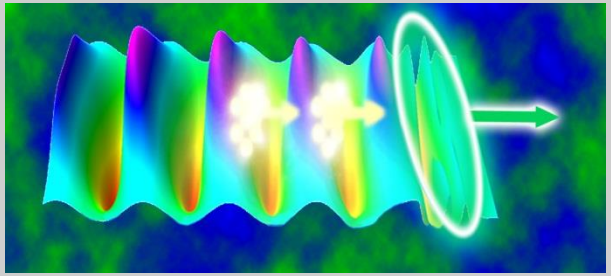
University of Pécs, Institute of Physics

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Electron and Ion Acceleration

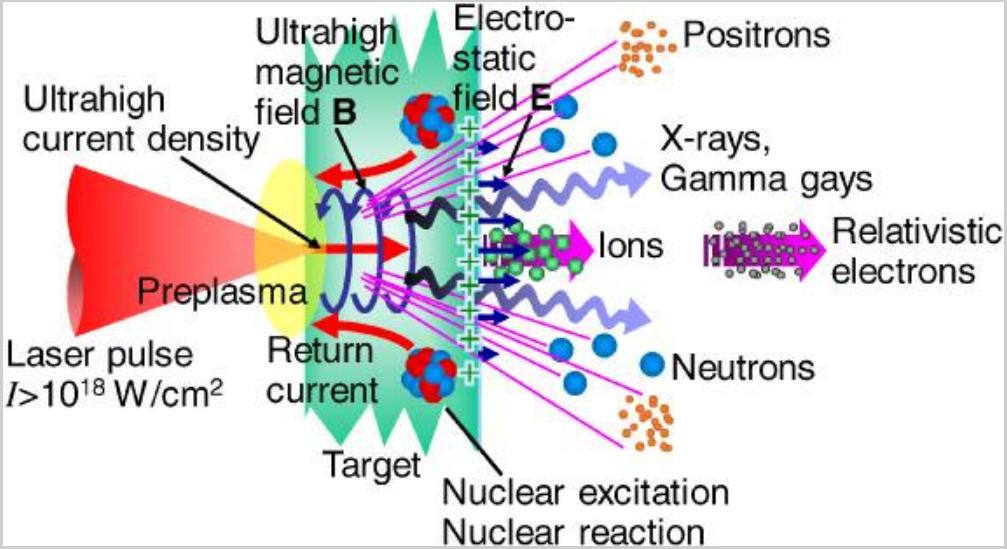
on gas target
(laser wakefield acceleration)





„surfing electrons”

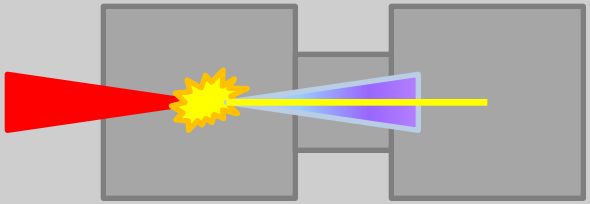
On thin foil target



MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Possibilities for Electron and Ion Acceleration at ELI-ALPS:



a) Electron Acceleration:

- 1 kHz, using gas jet target with laser wakefield acceleration (HTA)
- Generating by Petawatt laser, gas jet and thin foils with LWA

b) Ion Acceleration:

- Generating by Petawatt laser; on various targets (HTA)

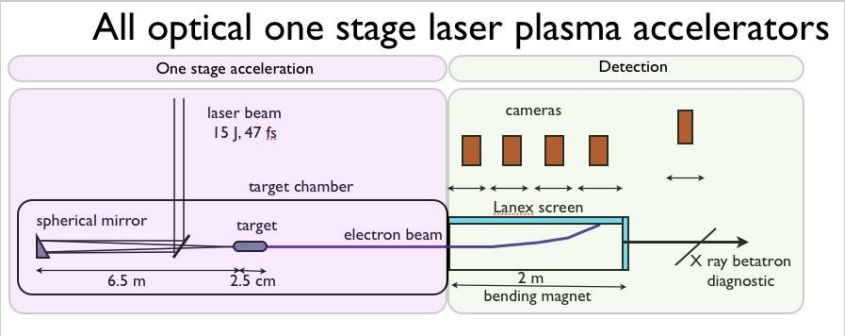
Goal: basic research (medical applications, hadron-therapy, radiobiological applications)

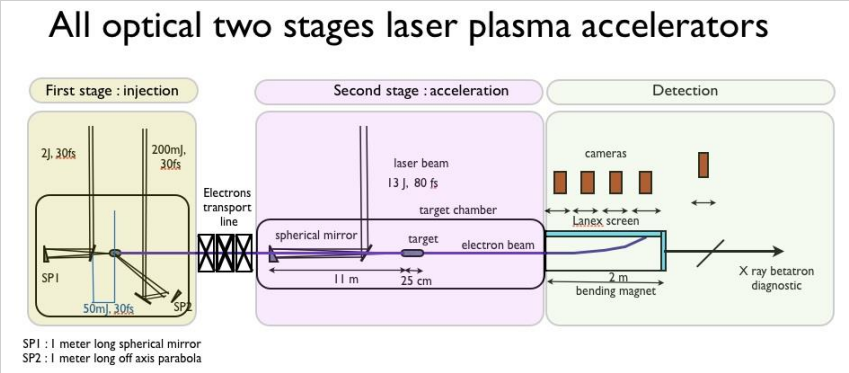
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

From the Conceptual Designs of Electron Acceleration:

NEW SZÉCHENYI PLAN

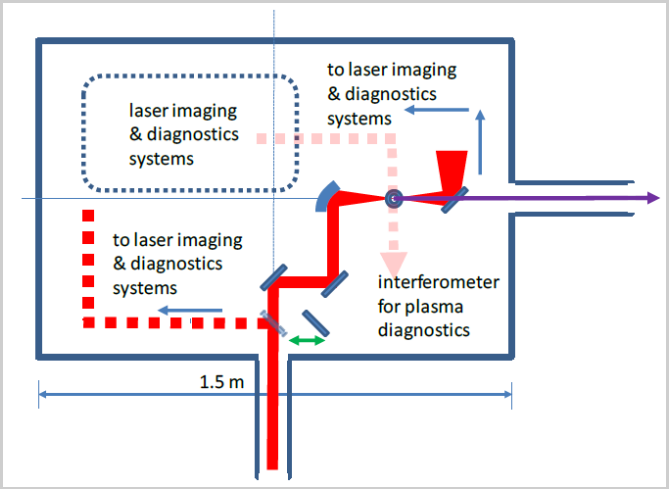
HF driven EA

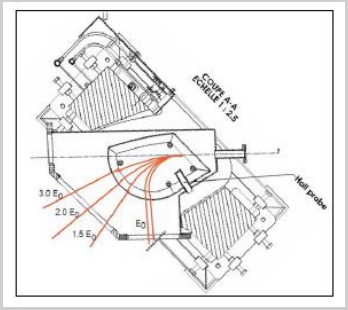




Laboratoire d'Optique Appliquée

SYLOS driven EA





University of Strathclyde

eli attosecond

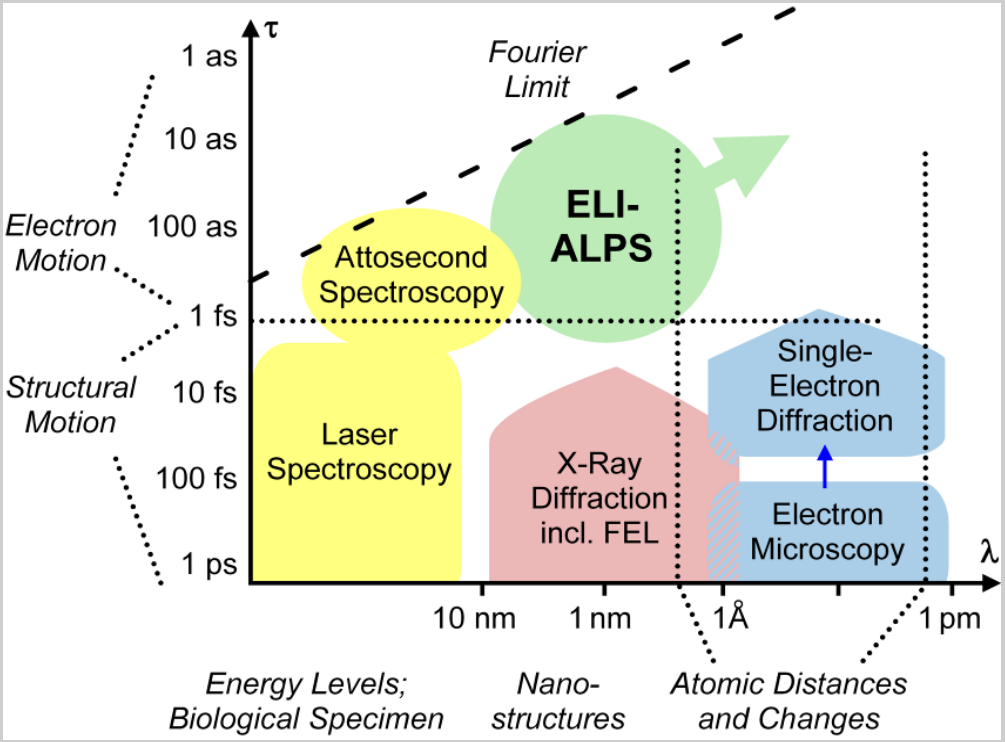
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Applications

NEW SZÉCHENYI PLAN

Current status of visualizing structural dynamics



eli attosecond

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

From the main applications of the secondary sources

- Medical research:
  - Hadron therapy
  - Laser-driven proton and ion beams
  - Directional needle-like x-ray pulses (damaging a point object)
  - Small-scale facilities
- Biology:
  - Structural/dynamical investigation of proteins
- Physics
- Chemistry
- Material science and material tests
  - Imaging using THz and x-ray pulses

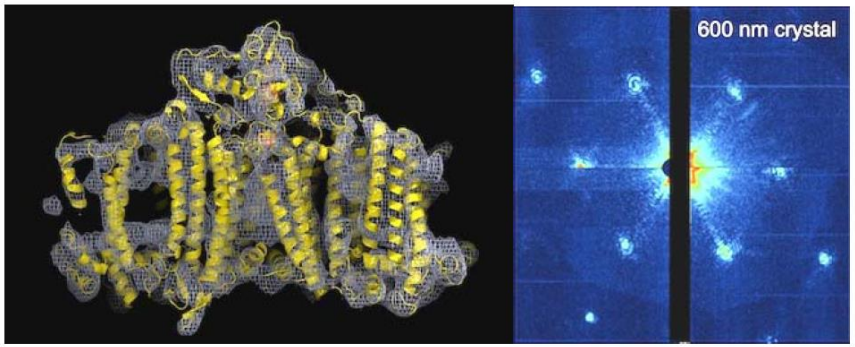
attosecond

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

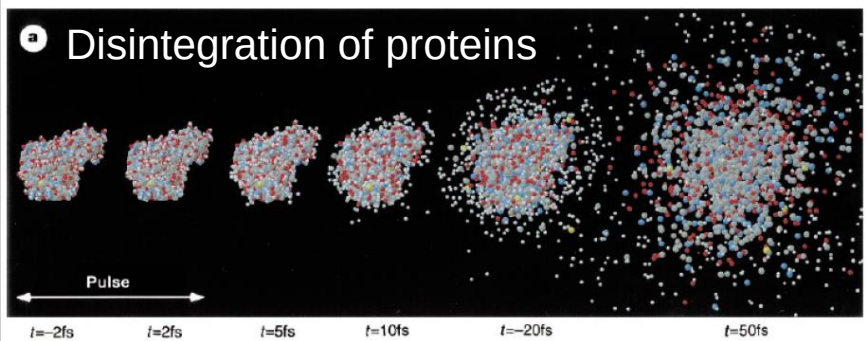
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Applications

X-ray crystallography



Structural & dynamical investigation of proteins



Electron Irradiation

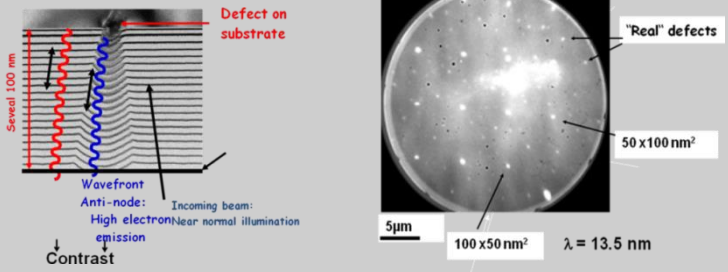
eli attosecond

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

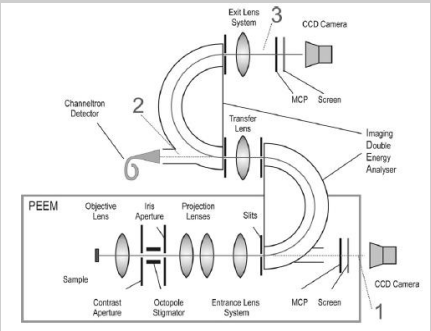
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Applications

Materials Science

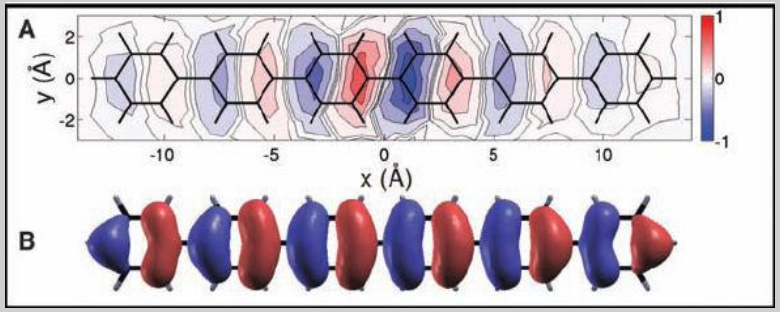


Inspection tools in EUV Lithography



Nano-ESCA system for surface nanospectroscopy

Molecular crystals



Orbital densities for sexiphenyl molecule determined by angle-resolved photo-emission

Goal: Versatility, small scale facilities, access to dynamics

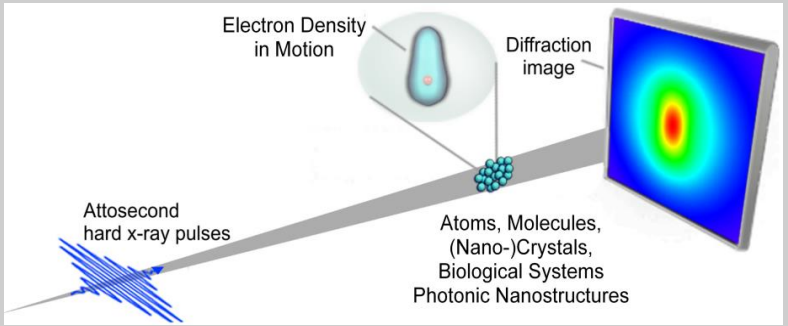
eli attosecond

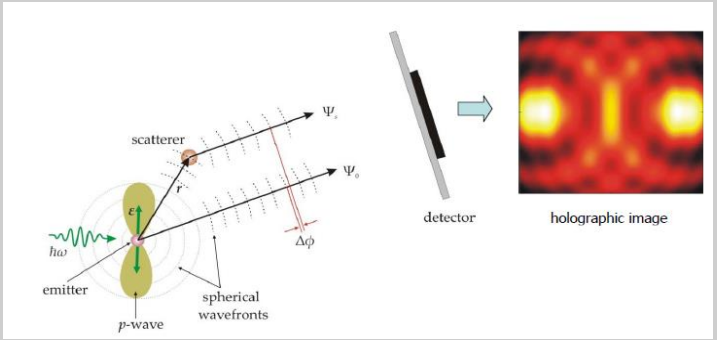
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

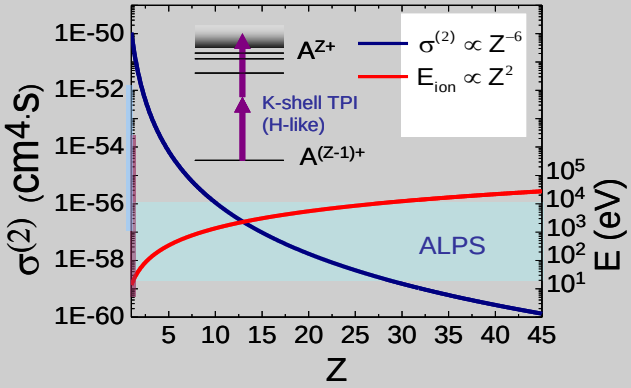
Applications

AM0 science





4D imaging



Time-resolved photoelectron diffraction & holography

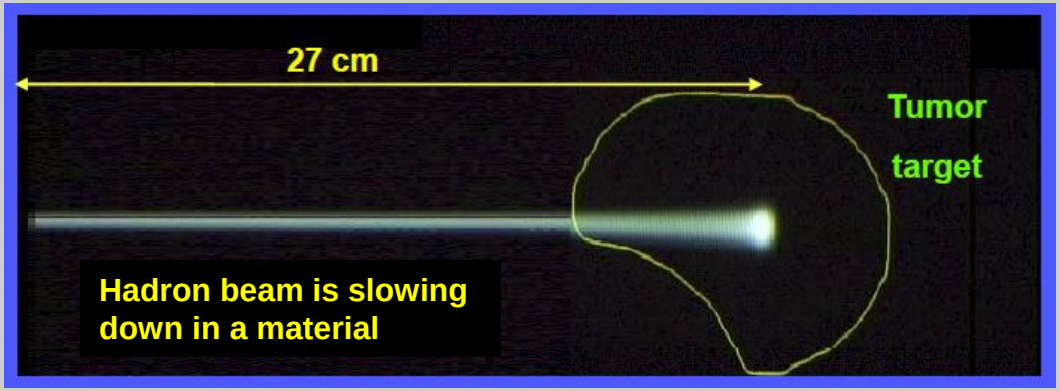
Inner shell multi-photon & strong field physics

eli attosecond

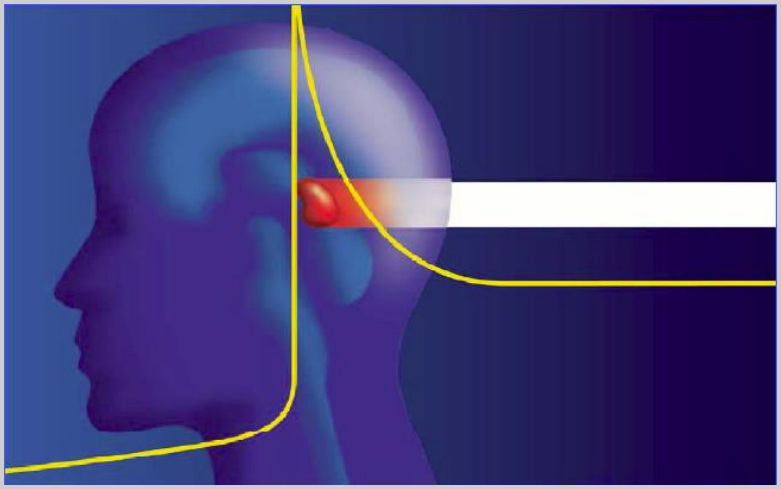
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hadron therapy



Bragg-peak



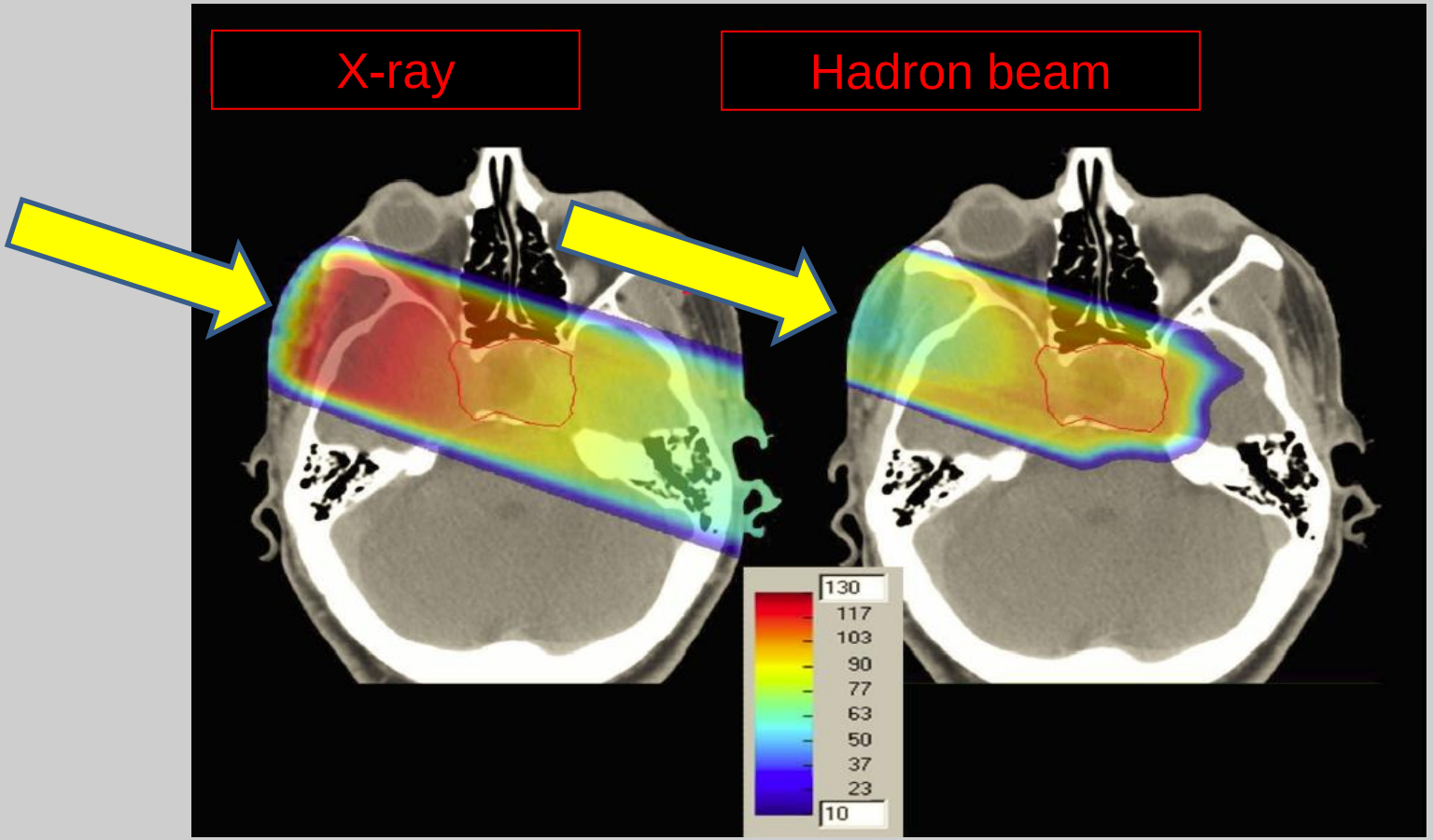
- Bragg-peak: maximum energy loss in the tumor
- Better alignment to the shape of the tumor ⇒ saving the healthy living cells
- Well channeled charged hadrons
- Stronger biological effects with heavy ions

attosecond

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Advantage of hadron therapy



attosecond

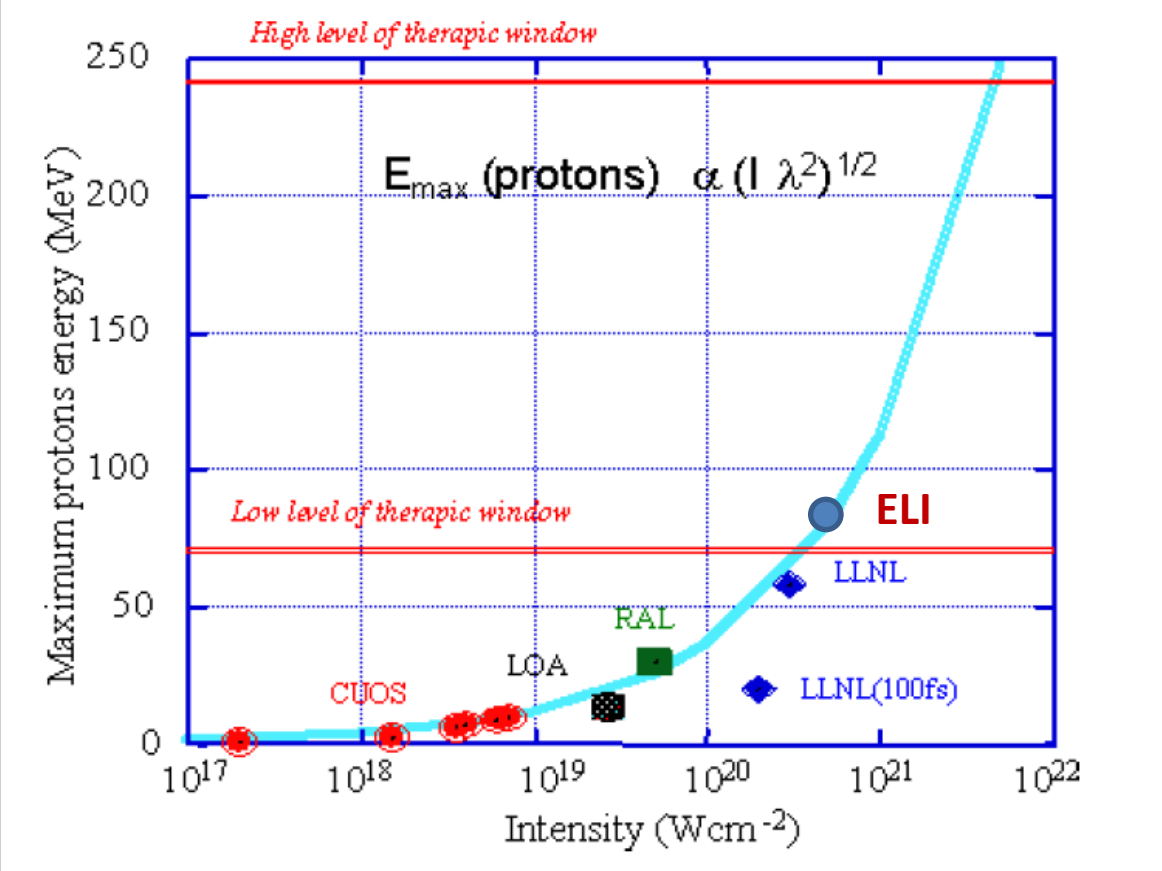
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Goal

Generating particle beams in the therapic window accelerated by lasers

(70-240 MeV proton energy)



attosecond

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Summary

1. Wide range of high-end state-of-the-art secondary sources in one research facility
2. Opening possibilities on world-class brand new applications at various research fields:
    - physical
    - medical
    - biological
    - chemical
    - material sciences
3. Wide range of interests and participations
    - world-class universities, institutes or research institutes, and industries
    - renowned scientists, researchers and specialists
    - interdisciplinar connections

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

NEW SZÉCHENYI PLAN

Thank you for the attention!

eli attosecond

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.