

Celá obrazovka / F11

FYZIKÁLNÍ TÝDEN 2006

Vybrané materiály z přednášky

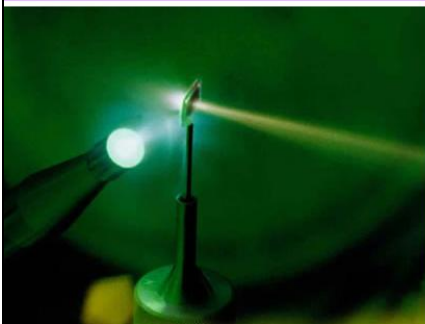
Fyzika extrémních stavů látky

Koncepce a některé aplikace

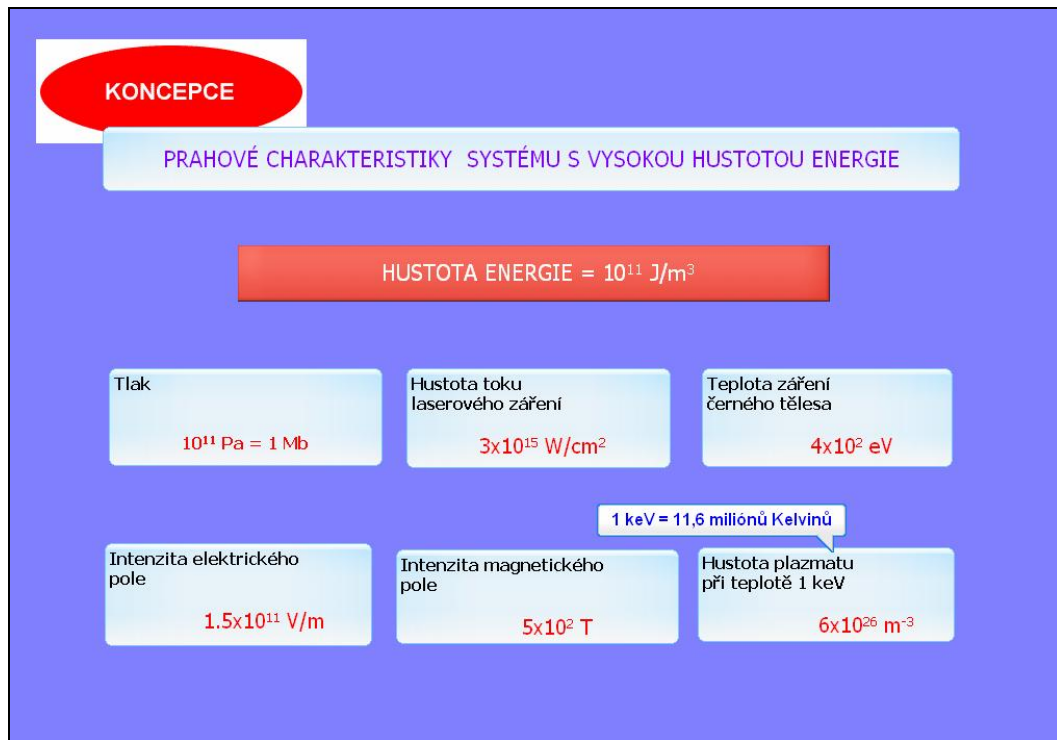
L. Drška
Katedra fyzikální elektroniky FJFI ČVUT

ABSTRAKT

Jedním z klíčových témat současné fyziky je studium stavů látky v extrémních podmínkách, charakterizovaných velmi vysokou hustotou, extrémní teplotou nebo velmi vysokou intenzitou elektrických / magnetických polí. Hustota energie v těchto systémech převyšuje hodnotu 10^{14} J/m³, což je zhruba dva řády více než je energie uvolněná při explozi stejného objemu semtexu. Extrémní stavy látky jsou charakteristické pro řadu kosmických objektů, v současné době známe však i řadu prostředků, jak je realizovat a zkoumat v laboratoři.



V přednášce budou popsány základní techniky pro realizaci a studium systémů v extrémních stavech (vysokovýkonné lasery, iontové svazky, intenzivní výboje, kombinované systémy aj.). Bude akcentován i význam simulace extrémních stavů látky s využitím vysokovýkonné výpočetní techniky. Pozornost bude věnována též možným vědeckým a technickým aplikacím těchto systémů (nové techniky urychlení částic, laboratorní relativistická a jaderná astrofyzika, bezneutronové fúzní systémy aj.). V závěru budou zmíněny některé aktivity realizované v této oblasti výzkumu na FJFI.



Prahová energie systému s vysokou hustotou energie

10^5 J / cm^3

SROVNEJTE ...

SEMTEX 1A


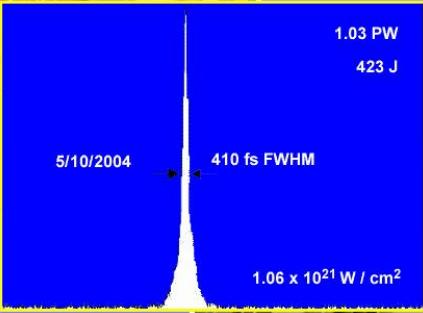

$7.22 \times 10^3 \text{ J / cm}^3$

The diagram features a blue background with a central white warning triangle containing a black exclamation mark. To the left of the triangle is a colorful, multi-colored explosion graphic. To the right is a blue rounded rectangle containing the text 'SEMTEX 1A' and its energy density. Above the triangle is a red rounded rectangle containing the text '10^5 J / cm^3'. A white box with a red border above the red rectangle contains the text 'Prahová energie systému s vysokou hustotou energie'. A light blue box above the warning triangle contains the text 'SROVNEJTE ...'.


PROSTŘEDKY

RAL : PETAWATTOVÝ LASEROVÝ SYSTÉM

RAL = Rutherford Appleton Laboratory




Energie na terčiku 300 J
Perioda výstřelů 1 hodina
Vlnová délka 1.05 μm
Délka pulzu 0.6 ps
Intenzita $\sim 6 \times 10^{20} \text{ W/cm}^2$




SNL : PULZNÍ SYSTÉM Z

SNL = Sandia National Laboratory

Pulzní systém (Z-pinch) :
 Komprese plazmatu silným magnetickým polem
 Energie ve výboji : 14 MJ.
 Rentgenové záření : 250 TW v 3 - 5 ns pulzu





Na systému Z byla dosažena (2006) teplota 2×10^9 (dva bilióny !) Kelvinů



LLNL : SUPERPOČÍTAČ BLUE GENE / L

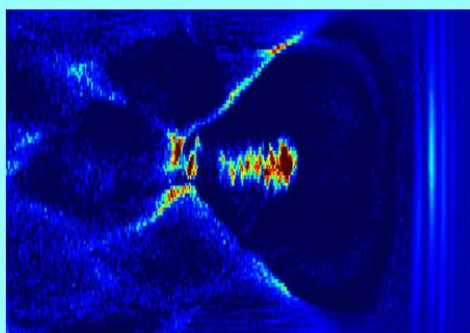
LLNL = Lawrence Livermore National Laboratory

131072 procesorů 280,6 TFlop/s

280,6 trilionů operací v pohyblivé řádové čárce za vteřinu !

VÝZKUM

PRODUKCE RYCHÝCH ČÁSTIC V PLAZMATU
GENEROVANÉM VYSOKOINTENSIVNÍM LASEREM



Počítačová simulace "bubliny" v plazmatu generovaném laserem, jež urychluje elektrony na energii až 200 MeV na vzdálenosti pouze 1 mm.

**GENERACE RYCHLÝCH ČÁSTIC PULZEM
PETAWATTOVÉHO LASERU**

Ostře fokusovaný pulz záření petawattového laseru

Terčík - tenká fólie

PLAZMA

ZPĚTNÝ 10^{12} V/m

ELEKTRONY

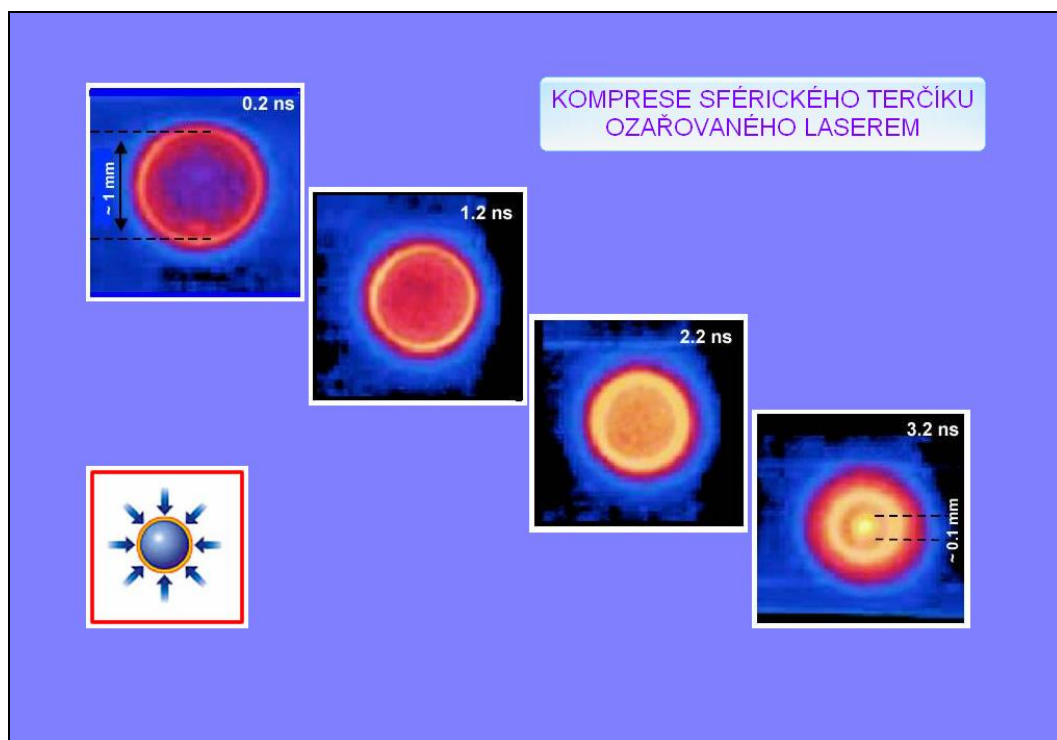
PROTONY

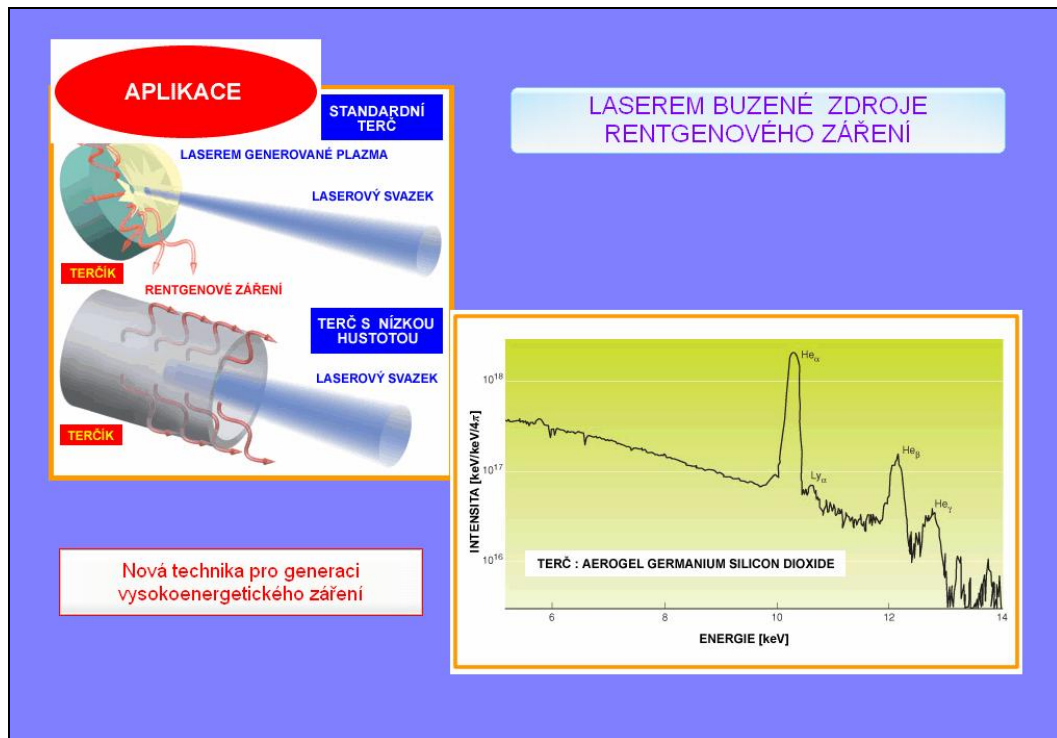
PROUD

ZLATÁ FÓLIE

LASER

$I > 10^{19}$ W/cm²



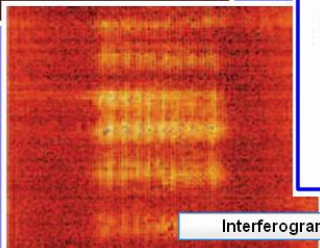
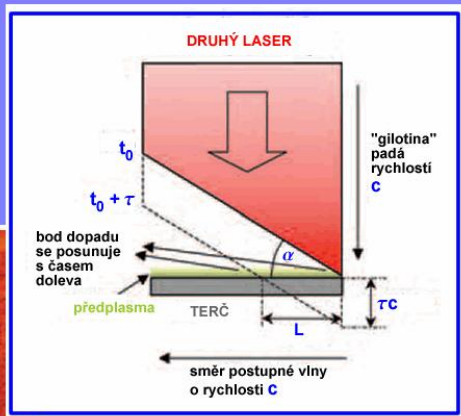
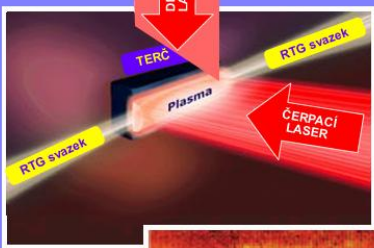


NOVÁ TECHNIKA INERCIÁLNÍ FÚZE

The diagram on the left shows a cross-section of a fusion pellet. At the center is a red dot labeled 'ZAPALOVAC' (igniter). Surrounding it is a layer of 'KOMPRIMOVANÉ PALIVO' (compressed fuel). This is enclosed by a 'VRSTVA TD' (TD layer). The outermost layer is the 'VODICÍ KUŽEL' (deuterium shell). An 'ABLÁTOR' (ablator) is shown on the left, and 'AKCELERAČNÍ LASER' (accelerating laser) beams are directed at the pellet. 'KOMPRESNÍ ZÁŘENÍ' (compression radiation) is also shown. The diagram on the right is a laser Doppler velocimetry (LDV) image of a pellet fragment, showing a red curved line. It includes the text '# 28872 CHBr 14 μm¹' and a velocity vector labeled '6 × 10⁷ cm / s'. A scale bar indicates '200 μm' and a time scale of '5 ns'.

Dosažena rychlost 580 km/s

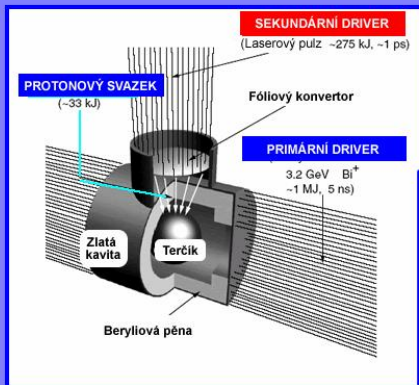
PROJEKTY FJFI **TRANZIENTNÍ RENTGENOVÝ LASER**



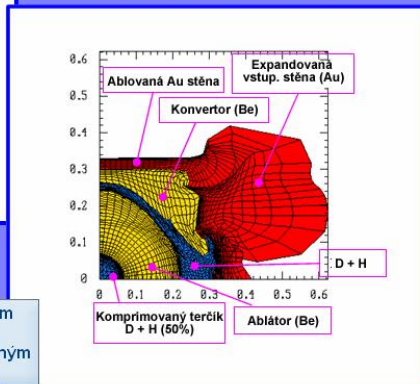
bod dopadu se posunuje s časem doleva

směr postupné vlny o rychlosti c

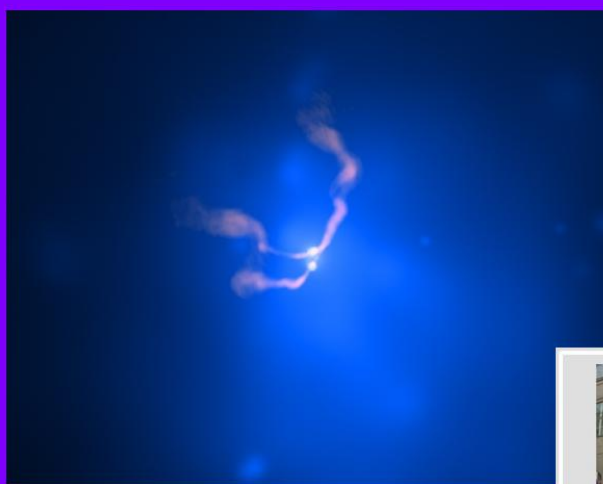
Interferogram vytvořený pomocí TRL



**KOMPRESA A OHŘEV TERČÍKU
V KAVITĚ PŘI POUŽITÍ
KOMBINOVANÉHO SYSTÉMU**



Sferický terčik je komprimován rentgenovým zářením generovaným v kavitě svazkem těžkých iontů a pak dodatečně ohříván protonovým svazkem generovaným vysokointenzitním laserem.



Konec prezentace



Termin přednášky : Ne 11.6.2006 14.30 - 16.00
Místo : FJFI CVUT, Břehová 7, Praha 1

