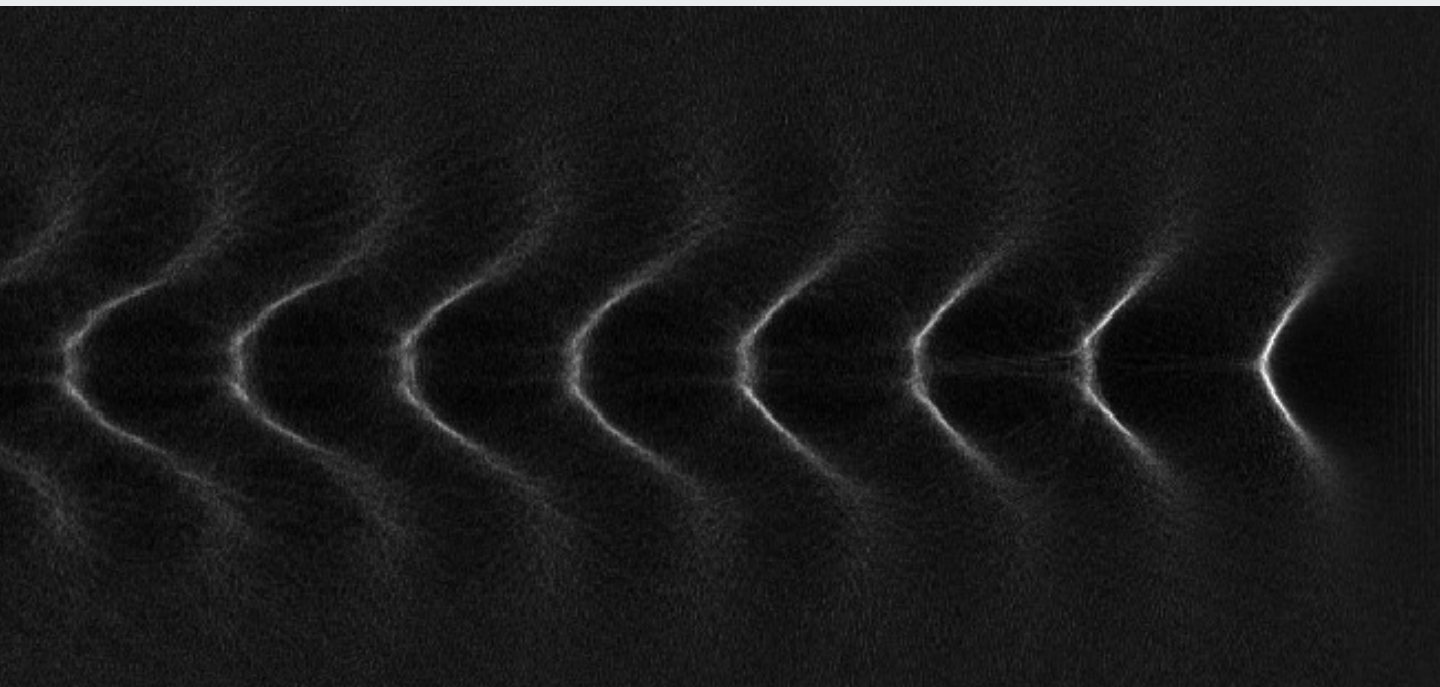


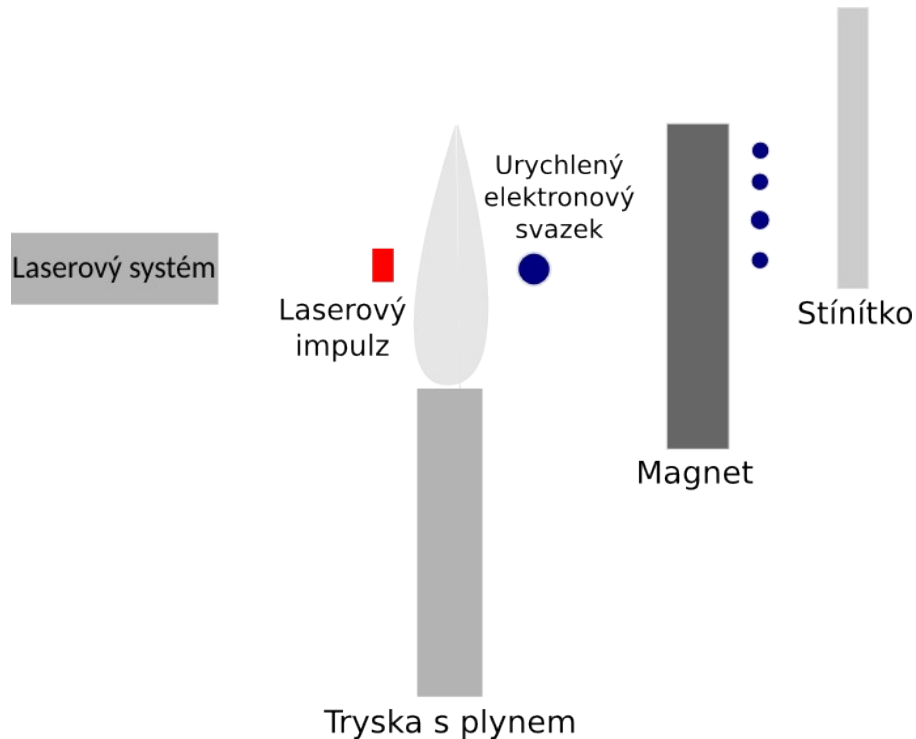
Stolní urychlovače elektronů



Michal Zikuda
Jana Demjančuková
Zdeněk Vostřel

Princip

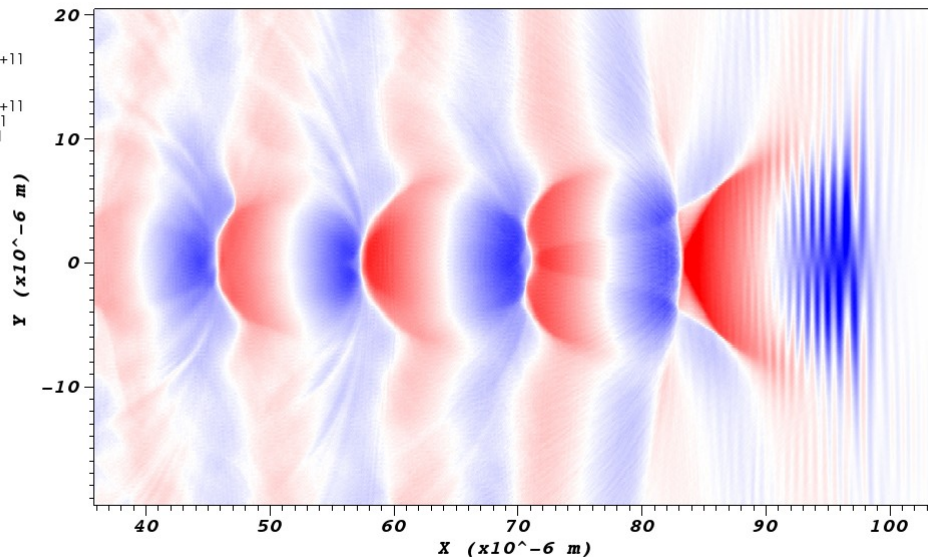
- Ultra intenzivní laserový impulz ($10^{19} \text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$)
- Plynový terč ve vakuu
- Plyn se okamžitě ionizuje
- Lehké elektrony jsou vypuzeny ponderomotorickou silou
- V plazmatu vzniká nerovnováha náboje, šíří se jako plazmová vlna



Princip

- Procházející impuls za sebou zanechá “brázdovou vlnu”
- Pokud se tam dostane elektron může být urychlen na velmi velké energie (stovky MeV)

Pseudocolor
Var: Electric Field/Ex
Units: V/m
5.000e+11
2.500e+11
0.000
-2.500e+11
-5.000e+11
Max: 6.091e+11
Min: -7.115e+11





Proč zrovna tento způsob?

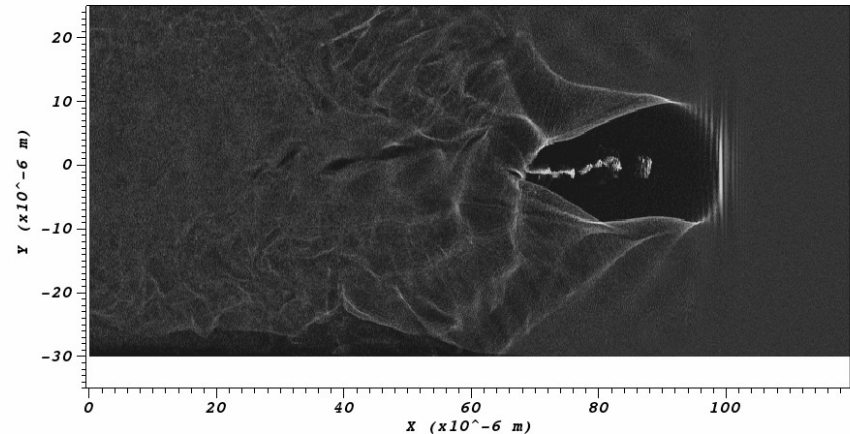
- Tato metoda - výhodnější v mnoha ohledech
 - menší zařízení - až 1000x menší (než klasické urychlovače)
 - levnější - díky malé velikosti (dokáže se vejít na větší stůl)
 - plazma - schopná udržet velká pole (až 500 GV/m)
 - bublinový režim nasává když má laser intenzitu větší než cca $6 \cdot 10^{18} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$, což je dnes už dostupné
- Zatím ještě není dostatečně vyvinuta pro praktické

Aplikace

- generace relativně silného rentgenového světla
- elektronová terapie (rakoviny)
- vzorkování fyzikálních procesů
 - chemické reakce
 - vibrace mřížky
- zapálení inerciální termojaderné fúze

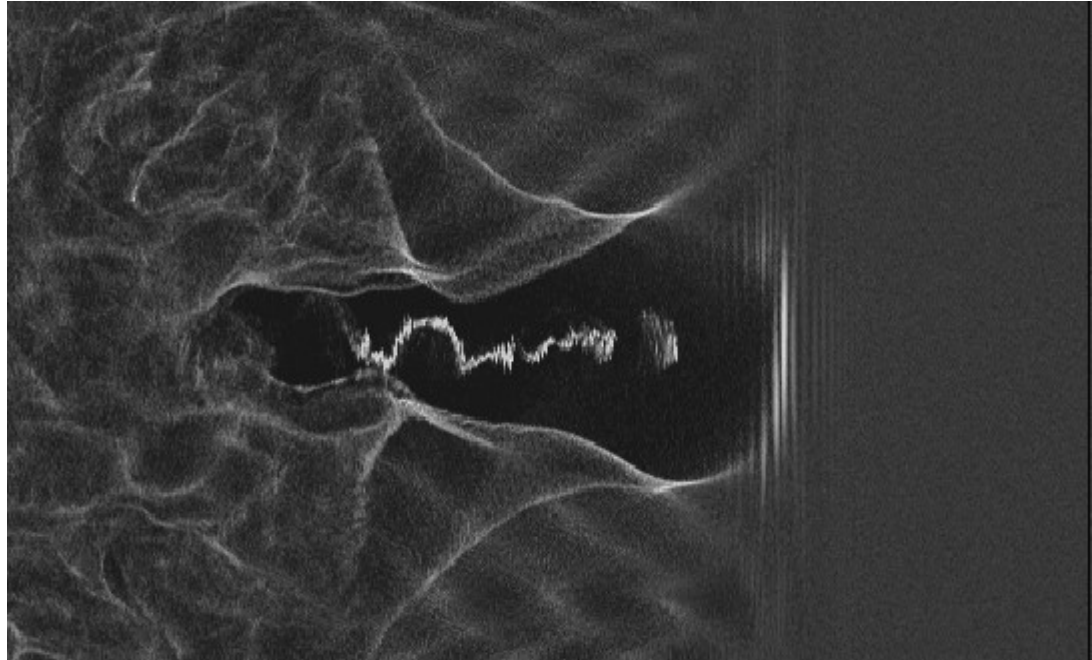
DB: 0060.sdf
Cycle: 25877 Time: 3.00002e-12

Pseudocolor
Var: Derived/Number_Density
Units: 1/m³
5.172e+26
3.879e+26
2.586e+26
1.293e+26
0.000
Max: 5.172e+26
Min: 0.000



Aplikace

- rentgenové záření
 - při urychlování kmitají elektrony v příčném směru
 - generace elektromagnetického záření



Pokrok

- Lepší metody injekce
- “injekční impulz” jiným směrem
- Pomáhá “chytit” volné elektrony do bubliny
- Možnost ovládat čas injekce a tedy energii urychlených elektronů
- komplikované experimenty

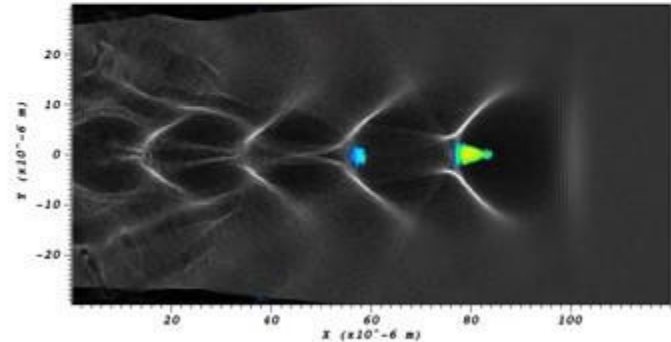
DB: 0052.scf
Cycle: 22427 Time: 2.60005e-12

Pseudocolor
Var Derived/Number_Density
Units 1/m³
0.000 5.422e+24 1.302e+25 3.600e+25

Max: 6.607e+25
Min: 0.000

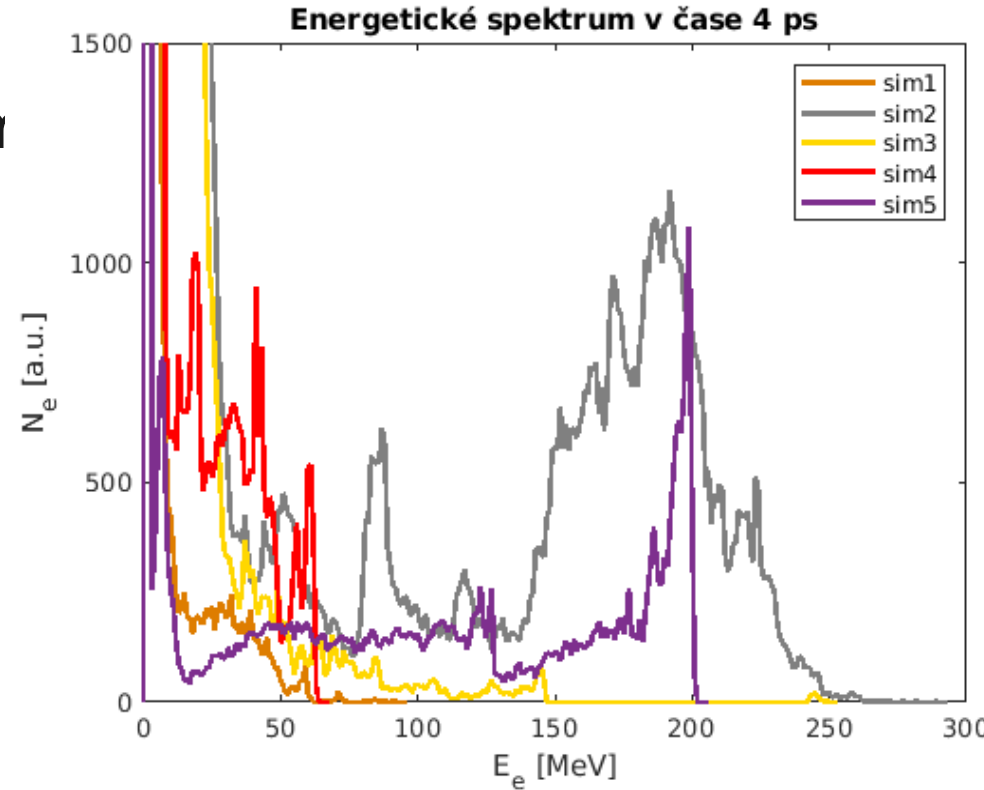
Pseudocolor
Var Derived/EkBar
Units J
0.000 8.333e-12 1.667e-11 2.500e-11

Max: 2.118e-11
Min: 0.000



Energetické spektrum

Pokus	Energie laseru [J]	Průměr dopadajícího laseru [m]	Hustota plazmatu [m ⁻³]
1	0.6	14e-6	1e25
2	2.4	14e-6	1.5e25
3	1.2	14e-6	1e25
4	2.4	14e-6	3e24
5	1.2+0.024	14e-6	3e24



Závěr

- Lze urychlovat elektrony v laserovém plazmatu
- Plasmové urychlovače - náhrada dražších konvenčních přístrojů
- Pokrok v této oblasti je velice rychlý
- Snaha o kontrolovanou injekci elektronů
- Simulace musí jít ruku v ruce s experimenty





Poděkování

Hlavně bychom chtěli poděkovat Vojtěchu Hornému, který nám velice pomohl se zpracováním této práce

A také organizátorům Týdnu vědy na Jaderce



Reference

ESAREY, E.; SCHROEDER, C. B.; LEEMANS, W. P. Physics of laser-driven plasma-based electron accelerators. *Reviews of Modern Physics*, 2009, 81.3: 1229.

HORNÝ, Vojtěch, et al. Short electron bunches generated by perpendicularly crossing laser pulses. *Physics of Plasmas*, 2017, 24.10: 103125.