

# Můžeme vytvořit antihmotu pomocí laseru?

A. Lénertová<sup>1</sup>, J. Mynář<sup>2</sup>, M. Stránský<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Gymnázium Botičská, Botičská 1, 128 01 Praha 2

<sup>2</sup> Gymnázium Boskovice, Palackého náměstí 1, 680 01 Boskovice

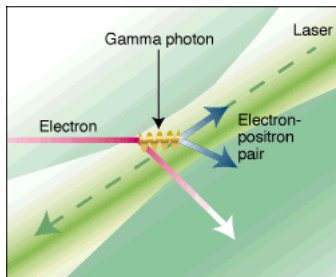
<sup>3</sup> Akademické gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky, školy hlavního města Prahy, Štěpánská 22, 110 00 Praha 1

Týden vědy na Jaderce  
23.6.2023



- Antihmota předpovězena P. Diracem roku 1928
- **Zatím nejvyšší dosažená intenzita:**  $10^{23} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$  (CoReLS, Jižní Korea)
- **Schwingerův limit:**  $10^{29} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$
- Při vysokých laserových intenzitách dosahujeme extrémních podmínek srovnatelných s podmínkami ve vesmíru, díky tomu lze ověřit některé teorie, popřípadě blíže prozkoumat např. magnetosféru pulsaru.

# Nelineární Breit-Wheelerův proces



Obrázek: SLAC Experiment E144 na Stanfordu v roce 1997  
(BURKE, D. L., et al. PRL, 1997, 79.9: 1626)



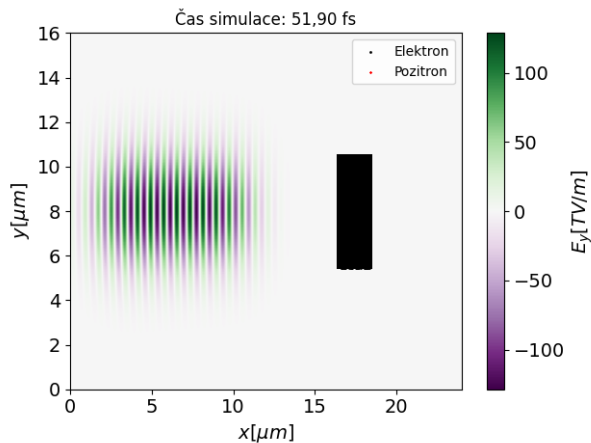
Obrázek: Logo kódu Smilei

- centrum IT4Innovations, Ostrava

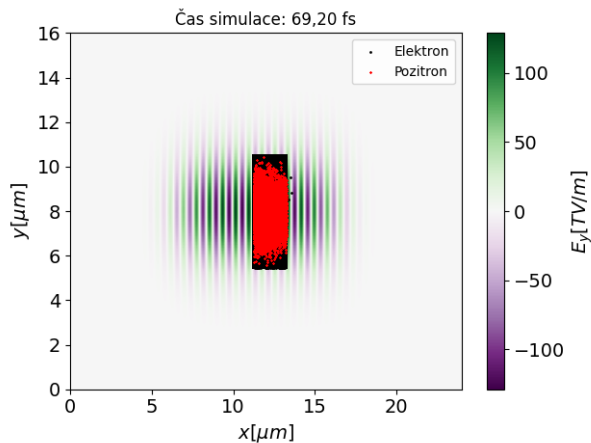


**Obrázek:** Superpočítač Karolina (720 počítačových serverů, každý 128 jader)

- Parametry laserového systému v simulaci: identické s plánovanými experimenty na systému BELLA v Berkeley Lab v Kalifornii
- Laser: intenzita  $5,3 \cdot 10^{21} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ , trvání impulzu 30 fs, poloměr  $3 \mu\text{m}$
- Elektronový svazek: délka  $2 \mu\text{m}$ , poloměr  $2,5 \mu\text{m}$ , náboj  $-10 \text{ pC}$
- Energie elektronového svazku: 1 - 10 GeV
- Výpočet simulace: 128 jader, cca 40 min na jednu simulaci

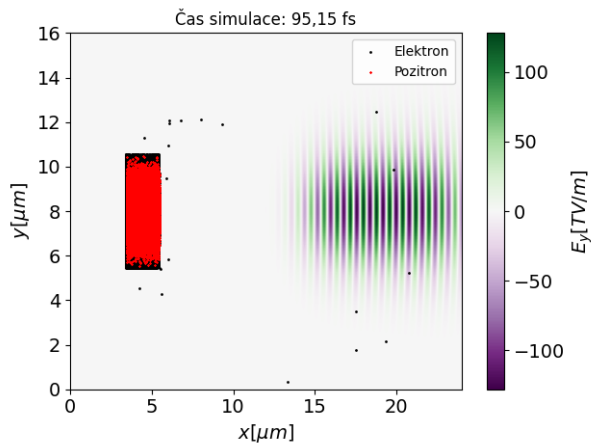


Obrázek: Simulace před střetem laseru a elektronového svazku.

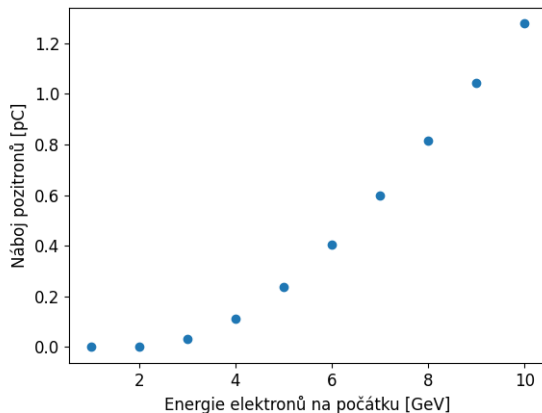


Obrázek: Simulace při střetu laseru a elektronového svazku.





Obrázek: Simulace po střetu a vytvoření elektron-pozitronových párů.



**Obrázek:** Závislost náboje vzniklých pozitronů na počáteční energii nalétávajících elektronů.

- Studovali jsme tvorbu elektron-pozitronových párů při srážce intenzivního laserového impulsu s elektronovým svazkem pomocí počítačových simulací.
- Předpokládáme vznik **více pozitronů** v závislosti na **vyšší energii svazku nalétávajících elektronů**.
- Prozatím nejvyšší energie elektronů urychlených laserem je 8 GeV (Berkeley, 2019), to by odpovídalo vzniku 0,8 pC pozitronů.
- Zvýšení této energie by mohlo vést ke vzniku více pozitronů s laserem o stejných parametrech.
- Vzniklé elektrony a pozitrony lze od sebe oddělit a dále s nimi pracovat.