



Warszawa, 22 października 2014

Laserowy strzał rodem z „Gwiezdných Wojen” – tak wygląda naprawdę

Kolorowe pociski laserowe zapewniają akcję w wielu filmach fantastyczno-naukowych. Jak jednak wyglądałby prawdziwy laserowy pocisk podczas lotu, gdyby tylko można było go dostrzec? Jak oświetlałby otoczenie? Odpowiedzi udziela film nagrany w Centrum Laserowym Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk we współpracy z Wydziałem Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Testy nowego, kompaktowego lasera wielkiej mocy stały się dla naukowców z Centrum Laserowego Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (CL IChF PAN i FUW) okazją do sfilmowania przelotu ultrakrótkiego impulsu laserowego przez powietrze. Nagranie przedstawia wędrówkę świetlnego pocisku w ekstremalnie wolnym tempie, zbliżonym do znanego miłośnikom fantastyki z ekranów kin.

„Gdyby ktokolwiek chciał sfilmować pojedynczy impuls świetlny, tak by ten poruszał się na filmie równie wolno co na naszym nagraniu, musiałby użyć kamery pracującej z szybkością miliarda klatek na sekundę”, mówi dr hab. Yuriy Stepanenko, kierujący zespołem odpowiedzialnym za budowę lasera.

Kamery rejestrujące jednym ciągiem miliardy klatek na sekundę nie istnieją. Aby sfilmować propagujący się impuls laserowy, naukowcy z Centrum Laserowego IChF PAN i FUW posłużyli się znanym już wcześniej trikiem. Odpowiednio zaadaptowaną kamerę zsynchronizowano z laserem generującym impulsy laserowe z szybkością ok. 10 strzałów na sekundę. Zrobiono to w taki sposób, aby przy każdym kolejnym impulsie kamera rejestrowała obraz minimalnie opóźniony względem poprzedniego.

„Tak naprawdę w każdej klatce naszego filmu widać inny impuls laserowy”, wyjaśnia dr Paweł Wnuk (CL IChF PAN i FUW) i uzupełnia: „Na szczęście fizyka wciąż pozostawała ta sama. Na nagraniu możemy więc obserwować wszystkie efekty związane z przemieszczaniem się impulsu laserowego w przestrzeni, w szczególności zmiany w oświetleniu otoczenia w zależności od położenia impulsu oraz tworzenie się rozbłysków na ścianach w chwili, gdy światło przechodzi przez rozpraszający je obłok skroplonej pary wodnej”.

Impuls laserowy, trwający kilkanaście femtosekund (milionowych części miliardowej części sekundy), był generowany przez laser zbudowany w Centrum Laserowym IChF PAN i FUW. Miał tak wielką moc, że praktycznie natychmiast jonizował napotkane atomy. W rezultacie wzdłuż impulsu tworzyło się włókno plazmy – filament. Dzięki odpowiedniemu doborowi parametrów pracy lasera, umożliwiającemu zbalansowanie złożonych oddziaływań między polem elektromagnetycznym impulsu a plazmą filamentu, wiązka świetlna lasera nie rozbiegała się w powietrzu, a przeciwnie, ulegała samoogniskowaniu. Powodowało to, że impuls mógł się efektywnie przemieszczać na znacznie większe odległości niż impulsy mniejszej mocy, a przy tym zachowywał swoje pierwotne parametry.

„Warto zauważyć, że choć strzelamy laserem o świetle z zakresu bliskiej podczerwieni, to taka wiązka laserowa propagując się w powietrzu zmienia swój kolor na biały. Dzieje się tak, ponieważ oddziaływanie impulsu z plazmą generuje światło o wielu różnych długościach fal. Odbierane jednocześnie, fale te dają wrażenie bieli”, dodaje dr Stepanenko.

Zdolność impulsów świetlnych z nowego lasera do penetrowania atmosfery na znaczne odległości to cecha, którą warszawscy naukowcy wykorzystali podczas demonstracji lidar, przyrządu, który może być stosowany do zdalnych badań zanieczyszczenia atmosfery. Fakt, że impulsy podczas przelotu generują światło białe, jest w tym kontekście istotną zaletą. Światło o różnych długościach fal oddziałując z atomami i cząsteczkami w powietrzu jest w stanie dostarczyć znacznie bogatszej informacji. Oznacza to, że lidar zbudowany z użyciem nowego lasera będzie mógł wykrywać większą liczbę pierwiastków i związków chemicznych zanieczyszczających atmosferę.

Zdjęcia i filmy balistycznego impulsu laserowego i filamentów plazmy wykonano podczas testów kompaktowego lasera wytwarzającego impulsy femtosekundowe o mocy ponad 10 terawatów, zbudowanego w Centrum Laserowym IChF PAN i FUW. Nowatorski przyrząd wykorzystuje bezpośredni przekaz energii z wiązki lasera pompującego do wiązki wzmacnianej. Dzięki efektom optyki nieliniowej światło jest wzmacniane setki milionów razy na odcinku zaledwie kilku centymetrów przy sprawności ponad 30%, wyśmienitej wśród urządzeń tej klasy. Zastosowany w laserze wieloprześciowy optyczny wzmacniacz parametryczny NOPCPA (Noncollinear Optical Parametric Chirped Pulse Amplifier) jest własną konstrukcją, rozwijaną w Centrum Laserowym IChF PAN i FUW od 2005 roku w zespole prof. dr. hab. Czesława Radzewicza.

Badania nad nowym wzmacniaczem parametrycznym są prowadzone ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (Projekt NR02001910).

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

KONTAKT:

dr hab. **Yuriy Stepanenko**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 22 3433446, +48 22 3433412
email: stepanenko@ichf.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ichf.edu.pl/res/CL/>

Strona Centrum Laserowego Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

<http://www.ichf.edu.pl/>

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

ICHF141022b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2014/10/ICHF141022b_fot01.jpg

Impuls świetlny wystrzelony z lasera o mocy 10 TW, rozpraszający się na oparach wody. Niebieska poświata to światło laserowe. Źródłem pozostałych kolorów w znacznej części jest włókno (filament) plazmy powstającej wskutek zjonizowania materii znajdującej się w powietrzu na drodze impulsu świetlnego. Laser ze wzmacniaczem parametrycznym NOPCPA zaprojektowano i zbudowano w warszawskim Centrum Laserowym Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. (Źródło: IChF PAN)

ICHF141022b_fot02s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2014/10/ICHF141022b_fot02.jpg

Laser o mocy 10 TW w impulsie, zbudowany w warszawskim Centrum Laserowym Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Od lewej: Tomasz Fok, Yuriy Stepanenko i Łukasz Węgrzyński z Centrum Laserowego IChF PAN i FUW. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)

ICHF141022b_fot03s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2014/10/ICHF141022b_fot03.jpg

Przekrój wiązki impulsu świetlnego z utworzonym filamentem plazmy. U góry wygląd kilku impulsów laserowych przechodzących przez obłok skroplonej pary wodnej. (Źródło: IChF PAN)

FILMY:

ICHF141022c_mov01.avi

HR: http://ichf.edu.pl/press/2014/10/ICHF141022c_mov01.avi

<http://youtube.com/watch?v=SNTZ7MY2ri8>

29,8 MB; 720x576

Lot ultrakrótkiego impulsu laserowego. W połowie korytarza impuls przechodzi przez obłok skondensowanej pary wodnej. (Źródło: IChF PAN)