



Opis przedmiotu zamówienia

Dostawa optycznego grzebienia częstotliwości

1. Optyczny grzebień częstotliwości wyposażony w moduł umożliwiający pomiar sygnału dudnień z laserem pracującym w trybie ciągłym na długości fali 2223 nm. Sprzęt musi umożliwiać optyczne dowiązanie do ultra-stabilnego lasera pracującego na długości fali 1542,14 nm.
2. Niskoszumny, światłowodowy laser femtosekundowy generujący widmo na szerokości pasma nie węższej niż 20 nm oraz pokrywającej 1542 nm, o mocy całego widma co najmniej 10 mW na jednym wyjściu. Moc lasera femtosekundowego w zakresie 1542 +/-1 nm musi pozwolić na osiągnięcia sygnału zdudnienia na poziomie co najmniej 30 dB ponad szum przy zdudnieniu z odpowiednim laserem o pracy ciągłej na długości fali 1542 +/- 1 nm.
3. Laser femtosekundowy, opisany w punkcie 1, musi zawierać co najmniej 8 optycznych wyjść z lasera. Każde z wymienionych wyjść musi pokrywać 1542 nm oraz charakteryzować się widmem o szerokości >20 nm i co najmniej 10 mW optycznej mocy wyjściowej.
4. Częstotliwość repetycji (ang. repetition range) lasera musi wynosić 200 MHz +/- 1 MHz.
5. Możliwość przestrojenia widma lasera femtosekundowego w zakresie optycznym, co najmniej 200 MHz.
6. Częstotliwość f_{CEO} (ang. carrier-envelope frequency) stabilizowana pasywnie na częstotliwości 0 Hz. Przez pasywnie jest rozumiane brak elektronicznych pętli sprzężeń stabilizujących i przesuujących f_{CEO} na 0 Hz.
7. Układ do pełnej stabilizacji widma grzebienia do zewnętrznego sygnału RF o częstotliwości 10 MHz (wejście SMA lub BNC). Przy stabilizacji RF stabilność nie gorsza niż $1\text{e-}13$ po 1 s uśredniania przy stabilizacji grzebienia do odpowiednio stabilnego wzorca RF.
8. Układ do pełnej stabilizacji grzebienia optycznego do zewnętrznego ultra-stabilnego wzorca częstości o długości fali 1542,14 nm. Oprogramowanie przedstawiające sygnał dudnienia (na dostarczonym przez dystrybutora komputerze). Możliwość wyprowadzenia sygnału dudnień na zewnętrzny analizator widma za pomocą kabla BNC.
9. Szerokość pasma przenoszenia dla dowiązania lasera femtosekundowego do odpowiednio stabilnego wzorca optycznego o długości fali 1542,14 nm (wymienionego w pkt. 7) nie mniejsza niż 450 kHz. Ponadto w zestawie musi zostać zawarty regulator PID charakteryzujący się opóźnieniem sygnału < 15 ns.
10. Stabilność (względna) częstotliwości całego widma (ze wszystkich wyjść w domenie optycznej i podczerwieni) przy stabilizacji optycznego grzebienia częstotliwości do odpowiednio stabilnego wzorca optycznego (wymienionego w pkt. 7 oraz 8) nie gorsza niż:
 - $8\text{e-}18$ po 1 s uśredniania,
 - $5\text{e-}20$ po 1000 s uśredniania.



Szum fazowy nie większy niż:

- 40 mrad w zakresie 100 – 2 MHz
 - 65 mrad w zakresie 70 mHz – 20 MHz.
11. Dokładność (niepewność bezwzględna) nie gorsza niż $1e-18$ po 100 s uśredniania przy odpowiednim wzorcu optycznym (wymienionym w pkt. 7 i 8).
 12. Wielkość modułu lasera femtosekundowego nie większa niż 160 x 460 x 660 mm (wysokość, szerokość, długość).
 13. Moduł z tzw. superrcontinuum pozwalający na detekcję sygnału zdudnienia wyjścia supercontinuum z odpowiednim laserem o pracy ciągłej o długości fali 2223 nm. Gęstość mocy lasera supercontinuum nie mniejsza niż 0,05 mW/nm dla długości fali 2223 nm.
 14. Moduł z punktu 13 przejmuje wszystkie parametry stabilności lasera femtosekundowego z punktów poprzednich (punkty 10 i 11).
 15. Moduł z tzw. Supercontinuum ma posiadać możliwość przestrojenia widma w zakresie 1000 nm do 2230 nm, przy szerokości widma w zakresie 150 nm do 300 nm w zależności od częstotliwości centralnej.
 16. Możliwość rozbudowy o dodatkowe moduły supercontinuum, które wspólnie pokryją zakres długości fali od 420 nm do 2200 nm, kompatybilne z laserem femtosekundowym opisanym w punktach 1-11.
 17. Wielkość modułu z tzw. supercontinuum nie większa niż 160 x 460 x 660 mm (wysokość, szerokość, długość).
 18. W zestawie komputer z niezbędnym oprogramowaniem do sterowania optycznym grzeniem częstotliwości. Dodatkowo wykonawca musi w cenie oferty oferować bezpłatne API dla LabView i Python, które będzie możliwe do ściągnięcia ze strony internetowej lub bezpośrednio zainstalowane na dostarczonym komputerze.
 19. W zestawie zostanie zawarty licznik posiadający:
 - wejście referencyjne na sygnał 10 MHz będący wzorcem dla podstawy czasu oraz zliczanej częstotliwości/fazy,
 - zliczanie bez czasu martwego,
 - możliwość wyboru uśredniania typu Pi (Π) lub Lambda (Λ),
 - możliwość zliczania w interwałach 1, 10, 100, 1000 ms,
 - możliwość cyfrowej transmisji danych, kompatybilne z komputerem dostarczonym przez dostawcę oraz komputerami z systemem Windows.
 20. Układ stabilizowany termicznie ze stabilnością temperatury $\pm 0,3$ C (w zakresie temperatur 15-24 C).
 21. Cały układ lasera femtosekundowego i modułu supercontinuum zainstalowany w obudowie kompatybilnej z metalowym stołem optycznym z otworami co 25 mm.
 22. Całość powinna zawierać wszystkie elementy potrzebne do prawidłowego działania urządzenia (włącznie z kablami, zasilaczami itp.) zgodnie ze specyfikacją w laboratorium z dostępem do zasilania 230V/50 Hz.



Inne wymagania:

23. Cały układ musi być przystosowany do pracy 24 godziny/7 dni - odpowiednia jakość podzespołów, systemu stabilizacji i odpowiednio odporne moduły pompujące.
24. Dostawca gwarantuje serwis sprzętu, naprawę oraz posiadanie części zastępczych do całego, wyżej przedstawionego układu do końca 2034 roku.
25. Zamówienie obejmuje dostarczenie, zainstalowanie, szkolenie i uruchomienie całego układu w laboratorium Zamawiającego (budynek Instytutu Fizyki UMK, ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń).
26. Gwarancja obejmująca okres co najmniej 12 miesięcy od momentu instalacji na miejscu w Instytucie Fizyki w Toruniu.