

Planowany projekt ma w pierwszym rzędzie doprowadzić do stworzenia nowej techniki badawczej, nazywanej przez nas femtosekundową spektroskopią – podczerwona pompa – stymulowana sonda Ramana. Technika ta należy do grupy spektroskopii wibracyjnych, co oznacza, że jej celem jest obserwacja drgań (wibracji) różnych cząsteczek. Jest to również ultraszybka spektroskopia czasowo-rozdzielcza, która pozwoli obserwować, jak te niezwykle szybkie drgania zmieniają się (np. jak zmienia się energia drgań) w czasie, pod wpływem dostarczonego impulsu (pompy). Obserwacja zmiany drgań, która następuje niezwykle szybko, w skali czasu rzędu setek femtosekund i pikosekund (10^{-13} - 10^{-12} sekundy) jest możliwa dzięki stosowanemu przez nas laserowi wysyłającemu impulsy światła rzędu 100-200 femtosekund.

Unikalną cechą techniki, którą planujemy stworzyć jest możliwość obserwacji, jak po dostarczeniu energii do wybranego drgania wybranej grupy chemicznej (jej „wzbudzeniu”) energia jest stopniowo przekazywana do wszystkich innych drgań w jej otoczeniu. Należy podkreślić, że rozwijana przez nas technika pozwoli obserwować „reakcję” wszystkich grup chemicznych w próbce, w sposób jednoczesny. Taka metoda badawcza służy oczywiście do tzw. „badań podstawowych”, czyli badań pozwalających nam lepiej zrozumieć otaczający nas świat. W tym wypadku uzyskamy narzędzie do badania oddziaływań pomiędzy cząsteczkami, obserwowania, jak energia przenosi się między cząsteczkami lub między różnymi fragmentami tej samej cząsteczki.

Unikalne cechy nowej techniki badawczej sprawiają, że będzie ona idealnym narzędziem do rozwiązania wielu nagłych problemów z zakresu chemii fizycznej oraz biochemii. Umożliwi m.in. charakteryzowanie oddziaływań między cząsteczkowych w roztworach, rozwiązanie struktury drugorzędowej uwodnionych białek i peptydów, a także śledzenie mechanizmów reakcji enzymatycznych.

Pasjonującym problemem naukowym, którego rozwiązanie skłoniło nas do budowy tego zaawansowanego narzędzia badawczego, jest potrzeba zrozumienia nadcząsteczkowej struktury ciekłej wody oraz mechanizmów „rozpraszania energii cieplnej” w wodzie (czyli: mechanizmów relaksacji wzbudzenia wibracyjnego). Każda cząsteczka wody jest w stanie wytworzyć do czterech krótkotrwałych wiązań wodorowych z sąsiadującymi cząsteczkami. Różne konfiguracje cząsteczek wody w takim „klastrze” prowadzą do tworzenia się, istniejących przez krótki czas, struktur (jest to w każdym razie przedmiotem intensywnej dyskusji naukowej) oraz unikalnych mechanizmów, w ramach których, energia cieplna rozprasza się w ciekłej wodzie (woda jest cieczą o najwyższym przewodnictwie cieplnym, pomijając stopione metale). Pomimo kilkudziesięciu lat badań oraz tysięcy prac naukowych, publikowanych często w najbardziej prestiżowych czasopiśmie, te „zagadki” ciekłej wody zostały dotychczas tylko częściowo wyjaśnione. Uważamy, że stworzona technika badawcza pozwoli nam dużo lepiej scharakteryzować, jak energia cieplna, dostarczona cząsteczce wody, „rozprasza się” kolejno na wszystkie drgania wibracyjne wody, jest następnie transportowana do sąsiednich cząsteczek, a ostatecznie wpływa na wzajemną konfigurację cząsteczek wody (struktur).