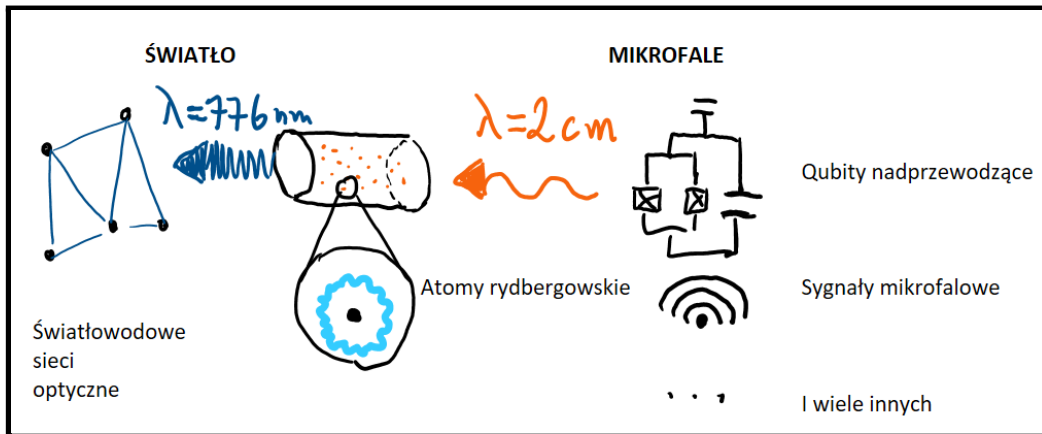


Łączenie domen optycznych i mikrofalowych poprzez nieliniową optykę kwantową opartą na atomach rydbergowskich

Mikrofałe i światło widzialne wydają się bardzo różne, ale w rzeczywistości oba te zjawiska dotyczą fotonów - czyli fal elektromagnetycznych - ale o bardzo różnych częstotliwościach, różniących się ponad dziesięć tysięcy razy. Z powodu tej różnicy, fotony mikrofalowe i optyczne nadają się do różnych zadań. Fotony optyczne są doskonałymi nośnikami informacji, ponieważ mogą pokonywać duże odległości za pomocą włókien światłowodowych, a jednocześnie są odporne na zakłócenia. Fakt ten jest wykorzystywany zarówno w nowoczesnej telekomunikacji, jak i w komunikacji kwantowej, gdzie używa się pojedynczych fotonów. Fotony mikrofalowe napotykają więcej problemów podczas dalekich podróży, a promieniowanie ciepłe zanieczyszcza pasmo mikrofalowe dużą ilością przypadkowych fotonów. Jednak w warunkach kriogenicznych, gdzie promieniowanie ciepłe przestaje być problemem, są one jedną z części umożliwiających działanie najnowocześniejszych komputerów kwantowych, dzięki np. qubitom transmonowym.



Aby wykorzystać zalety obu tych cząstek, potrzebne jest połączenie, które obecnie przyciąga uwagę wielu naukowców zajmujących się kwantami. **W naszym projekcie proponujemy skonstruowanie mostu pomiędzy tymi dwoma dziedzinami, wykorzystując rydbergowskie atomy Rubidu.** Podczas gdy Rb jest dobrze znanym narzędziem używanym w naukach kwantowych, tutaj zostanie wzbudzony do wysokiej głównej liczby kwantowej (takie atomy nazywane są rydbergowskimi), co czyni atom dużym - o średnicy kilku mikronów. Gdy elektron walencyjny jest tak daleko od jądra, pojawia się duży moment dipolowy, co pozwala na niezwykle silne sprzężenie z mikrofalami. Ponadto trafimy w specyficzne rezonanse, dzięki którym atomy będą mogły efektywnie zbierać fotony mikrofalowe. Jednocześnie użyjemy laserów do sprzężenia tych samych atomów z fotonami optycznymi na falach optycznych w bliskiej podczerwieni.

Narzędzia eksperymentalne wykorzystywane w naszym projekcie (zdjęcia poniżej) obejmują zarówno gorące atomy, których zaletą jest niska złożoność eksperymentalna, jak i zimne atomy - najnowocześniejszy układ dostępny już w naszym laboratorium, który jest doskonałym polem do obserwacji oryginalnych i prawdziwie kwantowych efektów.

Wynikiem naszego projektu będzie szereg oryginalnych demonstracji, takich jak multipleksowa konwersja częstotliwościowa mikrofal, czy obrazowanie przestrzenne, które nie są możliwe w żadnym innym badanym dotychczas układzie.

