

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

Niedawno obchodziliśmy Międzynarodowy Rok Światła i Technologii Wykorzystujących Światło, co miało miejsce w uznaniu ogromnej roli, jaką fizyka laserowa oraz technologie optyczne odgrywają w naszym życiu codziennym. Aby umożliwić dalsze odkrycia i nowe zastosowania oparte na technologiach optycznych, stało się fundamentalnym szczegółowe zrozumienie jak światło laserowe oddziałuje z materią, a dokładniej z jej składnikami takimi jak atomy i cząsteczki.

W obliczu szybkiego rozwoju technologii laserowej, możliwe jest obecnie generowanie bardzo krótkich lecz silnych impulsów spójnego promieniowania elektromagnetycznego. Możliwe jest też sterowanie oscylacjami pola laserowego w obrębie obwiedni impulsu, co oznacza, iż daje się wytworzyć powtarzalną, zależną od czasu siłę, jaka działa na pojedyncze ładunki w atomach i cząsteczkach. Jednocześnie, wraz z rozwojem precyzyjnych technik pomiarowych, możliwe stały się badania eksperymentalne bardzo wyrafinowanych efektów fizycznych. Celem ich wyjaśnienia bądź dostarczenia zasadnych przewidywań teoretycznych, ważne jest oraz naglące rozwinięcie równie precyzyjnych modeli teoretycznych. Motywacją niniejszego projektu jest stworzenie takich modeli do opisu dwóch fundamentalnych procesów atomowych, jakie zachodzą w silnych impulsach laserowych, a mianowicie jonizacji i modyfikowanej polem laserowym rekombinacji radiacyjnej.

Kiedy silne pole laserowe oświetla atom bądź cząsteczkę, dynamiczna siła wywierana przez pole laserowe na elektrony staje się porównywalna do sił statycznych wiążących te elektrony z jądrem atomowym. Może to doprowadzić do oderwania elektronów, czyli ich jonizacji. Odwrotnym procesem do jonizacji jest rekombinacja radiacyjna w polu laserowym. Tym razem elektron poruszając się w polu laserowym może spaść na jądro atomowe, tudzież zrekombinować, czemu towarzyszy emisja wysoce energetycznego fotonu. Przeważająca większość badań teoretycznych a, co za tym idzie, powszechny stan naszej wiedzy na temat obu procesów opierają się na tzw. przybliżeniu dipolowym. Mimo iż pole laserowe można opisywać jako zbiór fotonów, z których każdy niesie tę samą ilość energii oraz ten sam pęd, w przybliżeniu dipolowym zaniedbuje się pęd fotonów pola laserowego. Opisując z kolei pole laserowe jako propagującą się falę elektromagnetyczną, w przybliżeniu dipolowym zaniedbujemy jego składową magnetyczną. To z kolei oznacza pominięcie magnetycznej składowej siły Lorentza oddziałującej na elektrony. W odpowiednich warunkach eksperymentalnych musi to mieć daleko idące skutki dla przebiegu obu procesów, co stanowi właśnie przedmiot badań niniejszego projektu naukowego.

W ramach projektu, rozwinięte zostaną modele teoretyczne a także algorytmy numeryczne mające na celu zbadanie procesów jonizacji i rekombinacji radiacyjnej modyfikowanej polem laserowym wychodząc poza przybliżenie dipolowe. Zostanie to zrobione zarówno dla układów jedno- i dwuatomowych oraz dla układów dwuelektronowych. Spodziewamy się przy tym zaobserwować jakościowo nowe cechy badanych procesów, co wynika z pełniejszego niż zazwyczaj opisu pola laserowego.