

Optyka klasyczna

Podstawowym obszarem badań jakim zajmuję się od pewnego czasu jest termooptyka. Elementy optyczne, tj. takie, które w ujęciu optyki geometrycznej prowadzą do zmiany kierunku biegu promieni światła, są tradycyjnie budowane z materiałów o współczynniku załamania wyraźnie wyższym niż 1, lecz stałym w całej objętości elementu optycznego. Tradycyjna soczewka jest przykładem takiego elementu. Zmiana kierunku propagacji promieni świetlnych jest realizowana przez taki układ dzięki odpowiedniemu doborowi kształtu elementu. Promienie światła padając pod różnym kątem na powierzchnię elementu optycznego ulegają załamaniu, a to powoduje, iż element taki ma właściwości optyczne, np. skupia światło.

Elementy optyczne można również tworzyć/generować modyfikując rozkład przestrzenny współczynnika załamania wewnątrz elementu. Do układów takich należą soczewki typu GRIN (Graded Refractive Index). Mają kształt walca, a współczynnik załamania maleje w nich radialnie wraz z oddalaniem się od osi walca. Zmiana współczynnika załamania jest źródłem zakrzywiania się toru promienia światła wewnątrz soczewki typu GRIN. W efekcie ogniskuje ona światło tak samo jak soczewka tradycyjna.

Gradient współczynnika załamania można również wytworzyć na żądanie i na żądanie go usunąć. Jak czynić to najefektywniej jest zagadnieniem, które stanowi jeden z głównych moich tematów badawczych.

Dotychczasowe badania pokazały, że możliwe jest sterowanie ogniskową soczewki cieplnej za pomocą jej temperatury objętościowej. Dalsze badania pozwoliły zastosować soczewkę cieplną w praktyce, a ich treść stanowi przedmiot przygotowywanego wniosku patentowego.

Obecnie projektuję nowy układ optyczny mający stosować soczewkę cieplną z użyciem oprogramowania Oslo (niestety w uboższej wersji edukacyjnej).

Profil cieplnie indukowanego rozkładu współczynnika załamania wyznaczam przy użyciu oprogramowania symulacyjnego Comsol MultiPhysics.

Fotochemia i fotofizyka

Fotofizyka i fotochemia są dziedzinami nauki podstawowej, mającymi za zadanie wyjaśnienie następstw oświetlenia materii (w każdym stanie skupienia) promieniowaniem elektromagnetycznym z zakresu widzialnego i ultrafioletu. Badania, które prowadzę, dotyczą przede wszystkim zjawisk fotofizycznych tzn. wywoływanych działaniem światła, ale nie prowadzących do reakcji chemicznej. Przez reakcję chemiczną należy rozumieć taką, która prowadzi do powstania nowego produktu z substratów podlegających oświetleniu. Ostatnia definicja opisuje fotochemię, którą zajmuję się we współpracy z innymi grupami badawczymi.

Naczelnym tematem badań przeze mnie prowadzonych w dziedzinie fotofizyki jest wpływ temperatury na właściwości fotofizyczne wybranych modelowych układów molekularnych. Układy modelowe to w tym przypadku cząsteczki znanych barwników organicznych, posiadające grupy funkcyjne powszechne w innych cząsteczkach. Można założyć, że barwniki te będą się zachowywały podobnie jak inne molekuly, dlatego nazywamy je modelowymi.

Dlaczego badania te są ważne i ciekawe?

Ważne są z prostej przyczyny. Wszystko co nas otacza jest poddawane bezustannie działaniu światła i zmianom temperatury. A zatem badania wpływu obu tych procesów na zachowanie cząsteczek organicznych, zwłaszcza zasad DNA czy im podobnych, jest niezbędne by zrozumieć dlaczego to co nas otacza tak, a nie inaczej reaguje na światło, oraz dlaczego ta reakcja zależy od temperatury otoczenia.

Na przykład wspomniane DNA ulega uszkodzeniu pod wpływem oświetlenia UV. Dlatego min. nie powinniśmy tak wystawiać się na światło słoneczne. Wydajność tego procesu jest jednak zależna od temperatury. Nie są jednak znane podstawowe przyczyny takiej zależności.

Przykładem rozwiązań technologicznych, w których zastosowano wiedzę, zdobytą w trakcie badań wpływu temperatury na efekty fotofizyczne i fotochemiczne, są termochromowe folie okienne. Służą one pasywnej kontroli transmisji światła słonecznego do wnętrza budynku. Okna pokryte taką folią pod wpływem silnego oświetlenia się nagrzewają. To prowadzi do zmiany widma absorpcji światła takiego okna. Zmiana ta z kolei sprawia, iż mniej światła jest przepuszczane do wnętrza. Jednak zimą temperatura okien rośnie wolniej i w efekcie powierzchnia okien "ciemnieje" w mniejszym stopniu. Skutkuje to większą ilością światła

wpuszczanego do wnętrza budynku, a zatem jego nagrzewaniem.

W badaniach termooptyki, które prowadzę fotofizyka wiązków decydujących o tym jak indukowane jest ciepło w materiale termooptycznym jest kluczowym ich parametrem. Najistotniejszą cechą tych wiązków jest efektywne przekazywanie energii świetlnej indukującego (wytwarzającego) soczewkę lasera w ciepło wiązku termooptycznego. To cechy fotofizyczne tych wiązków decydują o wspomnianej efektywności.