



Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk

adres: ul. Kasprzaka 44/52
01-224 Warszawa
tel.: +48 22 3432000
fax/tel.: +48 22 3433333, 6325276
email: ichf@ichf.edu.pl
WWW: <http://www.ichf.edu.pl/>

SERS – co to takiego?

Półprzewodnikowy detektor do zastosowań w biologii i medycynie, konstruowany w ramach grantu „Kwantowe nanostruktury...”, będzie urządzeniem wystarczająco czułym, aby identyfikować pojedyncze cząsteczki, na przykład przeciwciał we krwi pacjenta. Tak duża czułość jest możliwa dzięki wykorzystaniu specjalnej techniki pomiarowej: wzmacnianej powierzchniowo spektroskopii ramanowskiej (Surface Enhanced Raman Spectroscopy, SERS).

Gdy światło pada na powierzchnię materiału, fotony są pochłaniane przez atomy i cząsteczki i wkrótce emitowane ponownie. W większości przypadków rozproszone fotony mają tę samą energię co padające – jest to tzw. rozpraszanie Rayleigha. Niekiedy zdarza się jednak, że po zaabsorbowaniu fotonu część jego energii zostanie zużyta na zmianę sposobu drgań lub obrotów cząsteczki. W rezultacie wyemitowany foton będzie miał energię nieco mniejszą od pierwotnego. Analogicznie, jeśli podczas emisji fotonowi uda się odebrać cząsteczce część energii, jego własna energia nieznacznie się zwiększy. W rejestrowanym widmie, po obu stronach częstotliwości typowych dla rozpraszania rayleighowskiego, występują więc piki związane z rozpraszaniem ramanowskim.

Obserwacja promieniowania powstającego wskutek rozpraszania ramanowskiego jest trudna. Zazwyczaj w ten sposób jest rozpraszany zaledwie jeden foton na miliony innych, co oznacza, że sygnał ramanowski jest bardzo słaby. W 1974 roku brytyjski chemik Martin Fleischmann zauważył jednak, że w pewnych warunkach na wykonanych ze srebra elektrodach widma ramanowskie zostają silnie wzmocnione, od dziesiątków tysięcy do nawet wielu milionów razy. Wzmocnienie występuje tylko dla tych cząsteczek substancji, które bezpośrednio przylegają do podłoża równomiernie pokrytego nanocząstkami odpowiedniego metalu (szczególnie silny efekt obserwuje się dla złota, srebra, platyny i miedzi).

Mechanizm fizyczny odpowiedzialny za tak wielkie wzmocnienie – przypuszcza się, że może ono sięgać nawet miliarda razy – nie został dokładnie poznany. Prawdopodobnie odgrywają tu rolę procesy, w których elektrony badanej cząsteczki oraz padające na powierzchnię fotony wpływają na kolektywny ruch elektronów w zewnętrznej warstwie metalu.

Ogromną zaletą widm ramanowskich jest ich czytelność. Na wykresach przedstawiających zależność natężenia światła rozproszonego w zależności od długości fali zazwyczaj widać kilka łatwych do zidentyfikowania pików.

Kluczową rolę w spektroskopii SERS odgrywa odpowiednio przygotowane podłoże. Podłoża sersowskie opracowane przez Instytut Chemii Fizycznej PAN we współpracy z Instytutem Wysokich Ciśnień PAN są budowane na powierzchniach półprzewodnikowych z azotku galu (GaN), pokrytych nanodrutami układającymi się w stogi. Na tak spreparowaną powierzchnię półprzewodnika nanosi się następnie dwuwymiarową, pojedynczą warstwę nanocząstek złota. Otrzymane podłoże jest gęsto i równomiernie usiane złotymi stożkami i wzmacnia sygnał ramanowski do miliona razy.