

СПЕКТРОСКОПИЯ СТИМУЛИРОВАННОГО ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ

Терпугов, Е.Л., Дегтярева О.В.

Институт биофизик клетки РАН, г.Пушино, Московской области, ул. Институтская 3, 142290

Волновая природа света при взаимодействии с веществом проявляется в большом многообразии физических явлений. Среди них находится комбинационное рассеяние (КР) света, которое является одним из наиболее изученных явлений. Открытое во второй половине двадцатых годов прошлого столетия спонтанное КР нашло успешное применение в самых различных областях (химии, физике и др.). Спектроскопия КР позволила развить теорию молекулярных колебаний и установить геометрию и межатомные силы каждой из наиболее простых молекул. В этот период для возбуждения комбинационного рассеяния использовали линии ртутных ламп, а спектры записывали как серии эмиссионных линий на фотопластинки. В 60-е годы появление лазеров привело к открытию новых явлений, таких как вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) света, нелинейное смешивание и др. Дальнейшее развитие лазерной техники привело к созданию многообразных методов, включая методы колебательной спектроскопии, основанные на нелинейных взаимодействиях света с веществом. Среди этих методов выделяется спектроскопия когерентного антистоксова рассеяния света (КАРС), в котором достигнуты значительные успехи. Он основан на исследовании процессов нелинейного трех- или четырехволнового смешения в условиях возбуждения в среде на разностной или суммарной частоте, на которой затем рассеивается пробная волна. В результате возникает сигнальное излучение на смешанной частоте, которое регистрируется в видимом диапазоне.

Возникновение под действием видимого света излучения на колебательных переходах относится к разряду мало изученных физических явлений, интерес к которым возрос в последнее время. Стимулированное видимым светом ИК-излучение было обнаружено в конце 90-х г. прошлого столетия благодаря появлению новой регистрирующей техники, а именно ИК-Фурье спектрофотометров, позволяющих работать с малыми световыми потоками. Спектроскопия инфракрасного (нетеплового) излучения – это развивающийся метод колебательной спектроскопии, имеющий новые возможности в изучении свойств материи, которые значительно дополняют информацию о строении и свойствах вещества. В полуклассическом описании излучения, исходят из представлений о том, что причиной появления излучения является нарушение принципа суперпозиции - материальная среда и взаимодействующее излучение рассматривается не как различные системы, а как единый объект, в котором световые волны и колебания среды оказывают взаимное влияние друг на друга. Этот принцип хорошо известен по описанию комбинационного рассеяния (Раман-эффекта) света.

В отношении стимулированного видимым светом ИК-излучения справедливы также и другие представления о комбинационном рассеянии света, согласно которым при возбуждении светом молекулярного колебания поляризуемость молекулы уже не является постоянной величиной. Молекула, приобретая дипольный момент в поле световой волны, начинает взаимодействовать с ней. В результате такого взаимодействия возникает сила, раскачивающая молекулярные колебания. Если в среде распространяются одновременно две световые волны с частотами ω_i и ω_j , то суммарное поле, и сила будут содержать компоненту, изменяющуюся с разностной частотой $\omega_{ij} = \omega_i - \omega_j$, которая может быть близкой к частоте собственных колебаний молекулы ω_{ij} , что может привести к резонансу и фазировке молекулярных колебаний в среде. Такие процессы в полях некогерентных и низкоинтенсивных источников света, имея свои особенности, могут быть сравнимы по эффективности с процессами в когерентных полях интенсивного оптического излучения. В зависимости от способов регистрации можно наблюдать комбинационное рассеяние или ИК-излучение. Инфракрасное излучение возникает на колебательных переходах в характеристичной для каждой молекулы области отпечатков пальцев, и несет в себе важную информацию о веществе.

В настоящем сообщении речь пойдет об использовании метода эмиссионной ИК-Фурье спектроскопии для изучения фотофизического механизма и последовательности в первичных событиях в бактериородопсине дикого типа.