



# ПОЛЯРИЗОВАННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

Авторы: А. В. Масалов

---

ПОЛЯРИЗОВАННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ, излучение люминесцирующих сред, обладающее поляризацией. Поляризация *люминесценции* формируется вследствие анизотропии отд. излучателей (атомов или молекул), а также из-за неравномерного распределения осей излучателей по направлениям в пространстве (естественная или наведённая анизотропия среды).

Простейшими моделями анизотропных излучателей являются линейные осцилляторы (диполи) и круговые осцилляторы (ротаторы). Излучение одиночного осциллятора полностью поляризовано. Диполь испускает линейно поляризованное излучение, а ротатор – эллиптически поляризованное. В изотропных средах (газы, жидкости), где излучающие осцилляторы ориентированы хаотично, свет люминесценции может оказаться неполяризованным. Однако и в таких средах вследствие анизотропии процесса возбуждения осцилляторов чаще всего наблюдается П. л. Так, если люминесценция изотропной среды возбуждается направленным (напр., лазерным) пучком линейно поляризованного света, то возбуждёнными окажутся только диполи, близкие по направлению к вектору напряжённости электрич. поля возбуждающей волны. В результате возникает наведённая анизотропия среды, которая проявляется в частичной поляризации люминесценции.

Процессы поглощения квантов возбуждающего излучения и испускания квантов люминесценции не обязательно происходят в пределах одного и того же центра (атома, иона или молекулы). В простейших случаях ориентация осциллятора поглощения совпадает с ориентацией осциллятора испускания. Однако в сложных молекулах эти осцилляторы могут иметь разл. ориентацию по отношению к остову молекулы.

Наблюдаемая в опытах степень поляризации люминесценции разл. сред, как правило, ниже той, какую можно ожидать из-за анизотропии распределения возбуждённых осцилляторов. Понижение степени поляризации люминесценции происходит из-за процессов, протекающих в среде между актами поглощения и испускания света. К таким процессам относятся повороты осцилляторов (в газообразных и жидких средах) вследствие теплового движения, трансформация осциллятора поглощения в осциллятор испускания с иной ориентацией из-за колебат. динамики молекулы (в случае молекулярных сред). Кроме того, при достаточной близости осцилляторов в среде возможна передача энергии возбуждения от одних осцилляторов другим, имеющим иную ориентацию. Все эти обстоятельства делают наблюдение степени поляризации люминесценции эффективным инструментом изучения процессов внутр. динамики сред.

В разреженных пара́х, состоящих из одиночных атомов, взаимодействием между атомами за время испускания фотонов люминесценции можно пренебречь. В этом случае направление диполей поглощения возбуждающего света совпадает с направлением излучающих диполей и можно ожидать, что степень поляризации люминесценции будет максимально возможной, а с ростом плотности паров – будет снижаться из-за возмущающих соударений.

В пара́х, состоящих из молекул, а также в растворах молекулярных соединений существенное влияние на поляризацию люминесценции оказывает вращательное движение молекул, поскольку осцилляторы поглощения и испускания излучения связаны с молекулярными остовами. Если в течение характерного времени испускания фотонов люминесценции молекула успевает изменить свою ориентацию в пространстве, то степень поляризации люминесценции падает. В растворах молекул к деполяризации света люминесценции может привести повышенная концентрация молекул, вследствие чего теряется анизотропия первоначальной ориентации возбуждённых молекул (из-за переноса энергии электронного возбуждения от первично возбуждённых молекул к хаотически ориентированным невозбуждённым молекулам).

В кристаллах с люминесцирующими примесными центрами и центрами окраски

соответствующие осцилляторы единообразно ориентированы по отношению к кристаллич. решётке. В этом случае исследования поляризационных характеристик света люминесценции (в сочетании с изучением зависимостей от ориентации вектора напряжённости электрич. поля возбуждающей световой волны) позволяют установить тип осцилляторов, их ориентацию и особенности их взаимодействия с окружением.

В молекулярных кристаллах, где осцилляторы присутствуют в каждой ячейке кристалла, важную роль в формировании люминесценции играют процессы миграции энергии возбуждения. Анализ поляризации люминесценции в таких кристаллах позволяет обнаружить особенности миграции энергии, сопровождающейся изменением ориентации излучающих осцилляторов.

В кристаллич. средах, обладающих двойным лучепреломлением или оптич. активностью, состояние поляризации возбуждающего света может изменяться по мере проникновения в среду. Тогда интенсивность и поляризация люминесценции также будет зависеть от положения вдоль направления распространения возбуждающего пучка света.

Если люминесценция возбуждается лазерным излучением, возможно проявление нелинейных эффектов, при которых степень поляризации люминесценции зависит от интенсивности возбуждающего света. Эти эффекты связаны с обеднением концентрации невозбуждённых осцилляторов среды при воздействии лазерного излучения, причём в наибольшей степени это относится к осцилляторам, оси которых ориентированы вдоль электрич. поля лазерного излучения. Сильнее всего нелинейные эффекты выражены у веществ с долгоживущими возбуждёнными состояниями.

## Литература

Лит.: Феофилов П. П. Поляризованная люминесценция атомов, молекул и кристаллов. М., 1959; Степанов Б. И., Грибковский В. П. Введение в теорию люминесценции. Минск, 1963; Гайсенек В. А., Саржевский А. М. Анизотропия поглощения и люминесценции многоатомных молекул. Минск, 1986; Жевандров Н. Д. Оптическая анизотропия и миграция энергии в молекулярных кристаллах. М., 1987.

