**Люминисценция**

Природное применение холодного свечения - люминесценция (например, свечение гнилых пней и различных живых существ) наблюдались, конечно, и первобытным человеком, но сознательное описание этих явлений и выяснение их способностей началось лишь около 400 лет назад.

Люминесценция обратила на себя внимания крупнейших естествоиспытателей XVII века: Р.Бойля, Г.Галилея и И.Ньютона; однако более 300 лет она считалась одним из наиболее «таинственных» и не объяснимых явлений природы. Это понятно, так как повсеместно применявшиеся раскалённые источники света прочно утвердили в человеческом сознании представление о неразрывной связи возникновения света с сильным нагреванием тел.

Систематические количественные исследования холодного свечения были начаты 100 лет назад трудами английского физика Э.Беккереля.

Следует отметить, что два величайших открытия конца XIX века: лучей Рентгена и радиоактивности неразрывно связаны с исследованием люминесценции.

Рентгеновские экраны для рентгенографии были одним из первых важнейших применений люминесценции для технических целей. Вскоре люминесцентные вещества стали использоваться для нанесения на экраны осциллографов. Почти одновременно, в 90-х годах прошлого столетия, свечение газов в разрядных трубках было использовано для целей декоративного освещения. С этого времени применение люминесценции в технике непрерывно возрастало, а вместе с тем быстро нарастал и темп научного исследования этих явлений.

Описание явления люминесценции мы начнём сравнением люминесценции с более привычным видом собственного излучения тел- с температурным излучением.

Естественный свет мы получаем от Солнца - раскалённого тела, поверхность которого имеет температуру около 5700 градусов Цельсия. Горящий костёр, пламя керосиновой лампы накаливания- всё это раскалённые источники света.

Однако более внимательное наблюдение явлений природы обнаруживает существование и источников холодного свечения. Вспомним о величественных северных сияниях, о свечение гнилушек в лесу, жуков и других насекомых, бактерий и различных морских животных: каракатиц, рачков, морских звёзд, некоторых рыб и т. д. Температура их светящихся органов близка к температуре окружающей среды.

Люминесценция возникает при преобразовании в свет энергии, поглощённой атомами, молекулами или ионами некоторых веществ. Далеко не все вещества способны давать люминесценцию. Частицы люминесцентного вещества, поглотив энергию, приходят в особое возбужденное состояние, которое длится некоторое, обычно очень незначительное, время, возвращаясь в исходное, нормальное состояние, возбуждённые частицы отдают избыток энергии в виде света- люминесценции. Необходимую для возбуждения свечения энергию можно сообщить частицами люминесцентного вещества разными путями: можно направить на него поток световых лучей, можно достигнуть возбуждения частиц ударами электронов и т. д.

Рассмотрим теперь свечение раскалённых тел. Частицы нагретого тела обладают большой тепловой энергией, которая при их соударениях может передаваться от одной частицы к другой, а также излучаться в виде электромагнитных волн. Небольшая часть электромагнитного излучения сильно нагретого тела относится к области видимого света т может восприниматься глазом. Доля видимого света в общем, излучении тела возрастает при повышении температуры, однако при температурах, которые можно достичь в лампах накаливания, подавляющая часть электромагнитного излучения всегда приходится на невидимую часть спектра.

Существенно отметить, что температурное излучение возникает в системе огромного числа частиц, энергетическое состояние которых находиться в динамическом равновесии с электромагнитным излучением, даваемым теми же частицами: в любое мгновение столько же частиц системы даёт излучение и переходит в невозбуждённое состояние, сколько поглощает электромагнитную энергию из поля излучения приходит в возбуждённое состояние.

Условия, в которых возбуждаются и светят частицы люминесцентного вещества, совершенно отличны от условий, в которых находятся частицы раскалённого тела. В то время как при нагревании тела увеличивается энергия всех его частиц, при возбуждении люминесценции энергии получают лишь отдельные частицы, остающиеся в окружении огромного числа невозбуждённых частиц.

Наиболее простым способом возбуждения люминесценции является освещение люминесцентного вещества ультрафиолетовыми лучами или коротковолновыми лучами видимого света; при этом в каждый данный момент свет поглощают лишь некоторые частицы люминесцентного вещества, которое и приходят в возбуждённое состояние.

Различие между температурным излучением раскалённых тел и люминесценцией можно пояснить таким мысленным опытом. Если температурный источник света мгновенно отделить от окружающей среды описанной выше зеркальной оболочкой, то излучение внутри его объёма практически не изменяется, и он безгранично долго будет резко изменять своё состояние, и свечение более или менее быстро затухнет.

Температурное излучение дают и тела; в том числе слабое инфракрасное излучение дают и тела, находящиеся при комнатной температуре. Поэтому, строго говоря, для нахождения величины люминесценции из наблюдаемого свечения следует вычитать температурное излучение светящегося тела. Кроме того, как указал академик С.И.Вавилов, важным признаком люминесценции является её заметная длительность по сравнению со световыми колебаниями, имеющими период10 - 10 сек. Свечение Люминесценции продолжается, по крайней мере, десятимиллиардную долю секунды после прекращения возбуждения, т.е. энергия, поглощённая частицами вещества, не излучается мгновенно. Этим люминесценция отличается от других видов свечения, например от излучения поверхностей, отражающих и рассеивающих свет какого-нибудь постороннего источника.

Свечение, возникающее под действием света, называется фотолюминесценцией

При фотолюминесценции вещество, поглотившее свет, обычно преобразует излучение одной длины волны в излучение другой длины волны. Например, если возбуждение производится невидимым ультрафиолетовыми лучами или синими лучами, то люминесценция может быть зелёного или красного цвета. Таким образом, люминесцирующие частицы отдают световую энергию в виде световых лучей другой, обычно большей длинны волны. Такое преобразование световой энергии внутри молекулы протекает большей частью в течение миллиардных долей секунды; однако иногда, вследствие особых свойств люминесцентной среды, этот процесс затягивается на секунды, а в особенно сложных случаях, на которых мы остановимся ниже, даже на целые часы.

Как указывалось выше, люминесценцию можно возбудить не только световыми лучами, но и ударами электронов и других быстро движущихся частиц. Таково происхождение свечения газа в разрядных трубках, которые мы часто наблюдаем в витринах магазинов. Приведённые в быстрое движение электрическим полем электроны, соударяясь с частицами газа, наполняющего трубку, приводят последнее в возбуждённое состояние. Для наполнения разрядных трубок применяются гелий, неон, аргон и пары ртути. Гелий даёт розовое свечение, неон - оранжевое, пары ртути - белое свечение, в котором особенно сильно развиты синяя, зелёная и жёлтая части спектра; аргон светит голубым светом и т. д.

Электроны и другие быстродвижущиеся заряженные частицы могут применяться для возбуждения свечения и многих твёрдых тел, в частности, специальных кристаллических порошков; их свечение, возникающее в разрядной трубке под действием потока быстрых электронов, называется катодолюминесценцией.

Существуют и другие виды возбуждения люминесценции. Так. Свечение, возбуждаемое лучами радиоактивных веществ, называется радиолюминесценцией; свечение, возникающее под действием лучей Рентгена,- рентгенолюминесценцией; свечение, наблюдаемое при химических реакциях,- хемилюминесценцией. Частным случаем хемилюминесценции является упомянутое выше свечение живых существ-биолюминесценция. Свечение, возникающее при механическом трении и раздавливании люминесцентных веществ, называется триболюминесценцией, свечение под действием приложенного электрического поля - электролюминесценцией.