

УДК 72.017.4

ХИМИЯ ЦВЕТА

К.А. СОЛОВЬЁВА

(Представлено: Я.Д. ФИЛИППЕНКО)

Рассматриваются различные химические и физические явления, формирующие видимый цветовой спектр. Изучается зависимость зрения человека от различных условий освещенности. Прослеживается связь между органическим веществом и структурой его молекул. Рассматриваются виды искусственных красителей и способы их получения с помощью ионизации молекул вещества.

Знаменитые строки, принадлежащие перу великого русского поэта Сергея Есенина:

Словно я весенней гулкой ранью
Проскакал на розовом коне...

Долгое время они казались лишь живописным поэтическим образом, не имеющим реального воплощения. Всем известно, что розового коня в реальности не встретишь. Однако существование данного явления, не ускользнуло от острого взгляда поэта. Многие из нас видели, как на рассвете, когда не само солнце, а лишь его лучи появляются над землей, «алый свет зари» окрашивает белые цвета в нежные розовые тона. Отражаясь от белой поверхности, «красные» лучи, которые преобладают в потоке света, приобретают розовый цвет. Это и есть одна из особенностей цветового восприятия.

Цвета, которые мы воспринимаем, есть результат нескольких процессов:

1) взаимодействия электромагнитных колебаний, из которых состоит световой луч, с молекулами вещества;

2) избирательного поглощения, обусловленного особенностями структуры молекул, обладающих цветом, тех или иных световых волн;

3) воздействие лучей, отраженных или прошедших через вещество, на сетчатку глаза или на оптический прибор, способный различать цвет [1].

Для лучшего понимания природы цвета изучим в отдельности каждый из этих пунктов.

Длина световой волны – один из самых важных факторов, формирующих цвет. Пожалуй, впервые в своей жизни человек задумывается о цвете, когда, будучи ребенком, спрашивает у своих родителей: «Почему небо голубое?»

Днем небо бывает голубым, но на закате выглядит красновато-оранжевым. Цвет неба, травы, озера, зданий и всего остального зависит от того, какая часть дневного солнечного света доходит до наших глаз. Стоит понимать, что солнечный луч содержит в себе все цвета радуги, что означает, что в нем присутствуют световые волны различной длины. Не все они одинаково хорошо проходят через вещество. Часть из них задерживается молекулами или атомами вещества, а другие проходят почти беспрепятственно. Лучи с короткой длиной волны – голубые и синие – отражаются от молекул газов, из которых состоит воздух, и рассеиваются. Их мы и воспринимаем как голубой цвет неба. Длинноволновые – красные и оранжевые – лучи довольно легко проходят через толщу воздуха, потому на закате мы видим оранжевое солнце и небо почти такого же цвета (рис. 1).

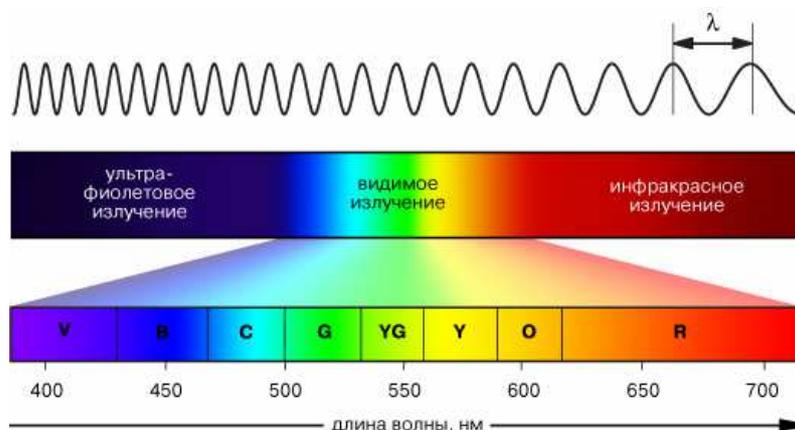


Рис. 1. Длина волны

Это же явление наблюдается и в случае всех других веществ, которые кажутся нам окрашенными. Если случается такое, что энергия световых волн всей видимой части спектра одинаково поглощается или отражается, то вещество кажется нашим глазам соответственно белым или бесцветным. Если же вещество пропускает или отражает в основном лучи одних и тех же длин волн, то говорят, что оно окрашено в тот или иной цвет, который будет зависеть от длины волн излучения, дошедшего до наших глаз. Получается, что мы называем цветом результат двух физико-химических явлений: процесса взаимодействия света с молекулами вещества и воздействия волн, идущих от вещества, на сетчатку глаза [2]. Из-за изменений в работе сетчатки глаза (при ярком свете зрение осуществляется колбочками, а при слабом действуют палочки), связанных с изменением освещенности объекта, возникает эффект Пуркинье, который представляет собой разное восприятие яркости различно окрашенных предметов при изменении их освещенности. Посмотрите на изображение алого мака и синего василька при двух различных условиях освещения. Сначала при солнечном или ярком электрическом освещении. Какой цветок из двух представленных кажется более ярким? Взгляните на них еще раз, но уже при слабом сумеречном освещении. Наблюдайте изменение окраски цветков. Теперь василек кажется ярче [3].

Рассмотрев влияние длины волны и освещенности на воспринимаемый цвет, хотелось бы заметить еще один интересный факт, связывающий строение молекулы объекта с его окраской. Дело в том, что цвет связан с подвижностью электронов в молекуле вещества и изменяется с переходом электронов на свободные уровни при поглощении энергии кванта света. Таким образом, цвет вещества означает, что из всего интервала 400—700 нм длин волн видимого света им поглощаются какие-то определенные кванты. Попытки связать цвет органического вещества с его структурой предпринимаются очень давно. Еще до открытия электронного строения вещества, опытным путем удалось подметить влияние структурных фрагментов молекул на цвет соединений. Оказалось, что удлинение цепи двойных связей приводит к изменению цвета от бесцветного до темных цветов:

$C_6H_5 - (CH=CH) - C_6H_5$ (стильбен) – бесцветный;

$C_6H_5 - (CH=CH)_3 - C_6H_5$ (дифенилгексатриен) – желтый;

$C_6H_5 - (CH=CH)_6 - C_6H_5$ (дифенилдодекагексаен) – коричневато-оранжевый.

Энергия, воздействующая на молекулу при попадании на нее ультрафиолетового, видимого или инфракрасного излучения, расходуется на такие процессы, как движение молекул, увеличение энергии колебаний фрагментов молекулы, а так же перевод электронов с их нормального энергетического уровня (основного) на уровень более высокий (возбужденный) (рис. 2).

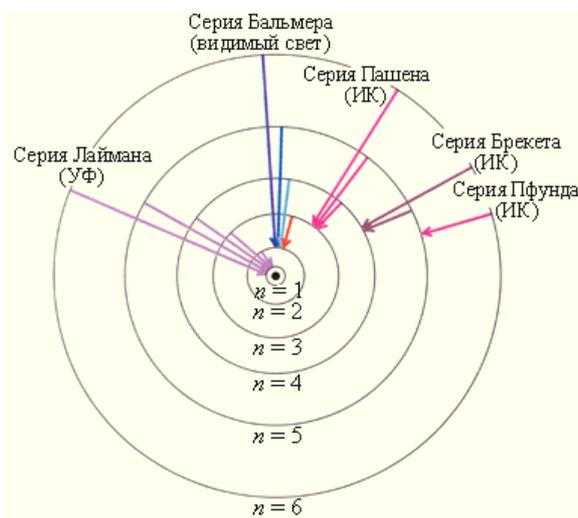


Рис. 2. Энергетические уровни молекулы

Таким образом, интенсивность поглощения света и появление того или иного цвета у вещества зависит в основном от той легкости, с которой происходит смещение электронов при взаимодействии со световыми квантами. Простота данного процесса увеличивается, если у молекулы еще в нормальном невозбужденном состоянии имеется некоторое смещение электронов от одних атомов к другим. Другими словами, присутствует поляризация молекулы [4].

Зная все физические и химические процессы формирования цвета, учеными было выведено несколько тысяч искусственных красителей к существующим лишь нескольким десяткам природных органических красителей. Благодаря высоким темпам развития химических наук и промышленности, иссле-

дователи научились целенаправленно синтезировать красящие вещества и создавать красители с заранее известными качествами.

«Почему кровь красная, а трава зеленая – это тайны, в которые никто не может проникнуть...» Эти слова принадлежат сэру Уолтеру Ралею. То, что во времена У. Ралея считалось «тайной», теперь, благодаря научному прогрессу, можно легко объяснить. Кровь животных и зелень растений содержат схожие структуры. В основе их лежат пятичленные циклы, содержащие азот, которые окружают ион металла: в крови таким ионом является ион железа, а в растениях – ион магния – это и есть основа тайны. Выходит, что в первом случае данная структура обеспечивает красный цвет гемоглобина крови, а во втором – зеленый цвет хлорофилла листьев [5].

Таким образом, возникновение и восприятие цвета можно объяснить простыми научными процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фадеев, Г.Н. Химия и цвет / Г.Н. Фадеев // Кн. для внеклас. чтения. IX–X кл. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1983. – 160 с.
2. Буймистру, Т.А. / Колористика. Цвет – ключ к красоте и гармонии / Т.А. Буймистру. – М. : Ниола-Пресс, 2008. – 236 с.
3. vocabulary.ru [Электронный ресурс] / ЭффектПуркинье. – Режим доступа: <http://vocabulary.ru/termin/effekt-purkine.html>.
4. xumuk.ru [Электронный ресурс] / Химик. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4223.html>.
5. Савахата, Л. Гармония цвета : справ. / Л. Савахата // Rockport. – 119 с.