

СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЕ АТОМНЫХ АГРЕГАТОВ

Златогорский М. Л., кандидат физико-математических наук, доцент,

Златогорский С. М., студент

Изучение естественных наук (физики, химии, биологии) на современном уровне немислимо без четких представлений о строении атомов и молекул, без четких представлений об их пространственном расположении в более сложных атомных агрегатах, т.е. без четких представлений о структуре вещества. Существующая практика представления структуры таких объемных образований ориентирована в основном на представление их через изображение на плоскости, поскольку изобразить предмет на плоскости гораздо проще, чем дать его трехмерное изображение. А в результате? В результате многие из нас оказывались в ситуации, когда по изображению на плоскости, например, сложной кристаллической решетки или молекулы чрезвычайно трудно воссоздать ее действительный облик в пространстве. Однако, такие изображения сплошь и рядом встречаются в существующей учебной и научной литературе [1,2]. Поэтому имеется реальная необходимость в совершенствовании методов, позволяющих представить себе трехмерное изображение объекта, исходя из его изображения на плоскости. Этому и посвящена данная работа.

1. Способы наблюдения трехмерного пространства.

Существует несколько способов передачи изображения трехмерного пространства на плоскости, различающиеся как степенью сложности, так и качеством достигнутого результата в передаче объемности изображения.

Наиболее совершенным способом, дающим почти полную иллюзию присутствия реального объекта, является способ голографии, однако, он технически сложен.

Способ получения объемности с использованием двух изображений предмета на плоскости (бумаге), по одному для каждого глаза, так называемых стереопар, по качеству полученного результата приближается к голографическому, но гораздо проще его в техническом исполнении. Однако, традиционное применение этого метода все же требует наличия определенных технических устройств, стереоскопов, что тоже ограничивает область применения этого метода. Тем не менее, при рассматривании стереопар можно обойтись и без стереоскопа, воспользовавшись вместо него естественной стереоскопической способностью нашего органа зрения, глаз, надо лишь научиться соответствующим образом направлять глаза на стереорисунок. При этом результаты в передаче объемности, достигаемые столь простыми средствами, поразительны. Об этом способе стереоскопического зрения писал еще в двадцатых годах известный популяризатор науки Я. И.

Перельман [3, с. 214]. Но для того, чтобы пользоваться этим способом, нужно обладать определенными навыками стереоскопического зрения.

2. Обучение навыкам стереозрения.

Научиться видеть стереоскопически сравнительно нетрудно. Правда, люди, привыкшие работать только одним глазом, этому виду обучения поддаются с большим трудом, другие, преимущественно молодые люди, обучаются этому очень быстро, в четверть часа, после выполнения буквально нескольких упражнений.

Для освоения азов стереоскопического зрения сделаем и мы несколько упражнений.

Итак, упражнение первое. Расположите вертикально, параллельно друг другу два карандаша или просто два указательных пальца на расстоянии 15—30 см перед глазами. Расстояние между пальцами должно быть 3—5 см. Если теперь вы будете смотреть не на пальцы, а за них, сквозь них, на какой-либо предмет вдаль, то вы увидите четыре изображения пальцев, внутренние из которых наложатся друг на друга, т.е. получится в итоге три изображения. Именно этого и нужно добиваться, причем расстояние от пальцев до глаз должно быть таким, чтобы пальцы были видны достаточно резко. При этом для достижения эффекта наложения можно менять расстояние между пальцами и их расстояние до глаз.

После того, как вы научитесь совмещать внутренние изображения пальцев, переходите к рассматриванию рисунков стереопар (рис. 1—4), вначале простых, и опять старайтесь смотреть за рисунки, сквозь них, вдаль, тогда совмещенные внутренние рисунки дадут стереоизображение объекта. Вы будете видеть три изображения, среднее из которых будет объемным. Для получения хорошего совмещения можно менять положение стереопары. Расстояние между рисунками в стереопаре не должно превышать расстояния между зрачками, а поначалу, пока еще нет устойчивых навыков стереоскопического зрения, оно должно быть в пределах 3—4 см.

Основная трудность при обучении навыку стереоскопического зрения – научиться смотреть за непрозрачный лист бумаги со стереорисунками, когда этот непрозрачный лист находится перед глазами. Чтобы преодолеть этот психологический барьер можно на первых порах использовать стереорисунки, перекопированные на прозрачную подложку, например, на полиэтиленовую пленку.

Еще один способ обучения навыку стереозрения, быстро приводящий к успеху. Нужно расположить стереопару перед глазами, как было описано выше, и закрыть глаза на несколько секунд. Тогда в такой ситуации мышцы глаз расслабятся и глаза будут настроены на взгляд вдаль. Именно эта настройка глаз и нужна для получения стереозффекта. Если теперь открыть глаза, то вы увидите совмещенные или почти совмещенные внутренние изображения, а вместе с этим будете видеть и стереоизображение.

3. Принципы построения рисунков стереопары.

При взгляде на какой-либо объект двумя глазами левый и правый глаза видят неодинаковую картинку, поскольку глаза видят этот объект из двух разных точек, т.е. под разными углами. Проекция трехмерных точек этого объекта (x, y, z) на двухмерную плоскость левого рисунка стереопары (X_L, Y_L) можно выразить в общем случае функциональной зависимостью:

$$X_L = F_1(x, y, z, A_{LY}, A_{LZ}) \quad (1)$$

$$Y_L = F_2(x, y, z, A_{LY}, A_{LZ}) \quad (2)$$

где A_{LY} — угол между вертикалью левого стереорисунка и проекцией оси Y объекта на плоскость этого рисунка из точки наблюдения; A_{LZ} — угол между вертикалью левого стереорисунка и проекцией оси Z объекта на плоскость этого рисунка из точки наблюдения.

Для правого (R) рисунка стереопары выражения аналогичны:

$$X_R = F_1(x, y, z, A_{RY}, A_{RZ}) \quad (3)$$

$$Y_R = F_2(x, y, z, A_{RY}, A_{RZ}) \quad (4)$$

где A_{RY} — угол между вертикалью правого стереорисунка и проекцией оси Y объекта на плоскость этого рисунка из точки наблюдения; A_{RZ} — угол между вертикалью правого стереорисунка и проекцией оси Z объекта на плоскость этого рисунка из точки наблюдения. Углы $A_{LY}, A_{LZ}, A_{RY}, A_{RZ}$ определяются расположением объекта наблюдения относительно глаз наблюдателя.

При использовании выражений (1—4) для построения стереопар конкретных объектов нужно учитывать особенности нашего органа зрения, глаз, как стереоскопа. В первую очередь это касается расстояния между рисунками в стереопаре. Здесь имеется в виду расстояние между левым краем левого рисунка и левым краем правого рисунка. Для совмещения внутренних изображений без напряжения глаз это расстояние не должно превышать расстояния между зрачками, т.е. примерно 6—6,5 см. Кроме этого, координаты Y в стереопаре одной и той же точки объекта должны быть одинаковы. Это способствует более легкому совмещению рисунков стереопары. Следует также учитывать искажение размеров объекта в стереоизображении в зависимости от неравенства углов $A_{LY}, A_{LZ}, A_{RY}, A_{RZ}$ в выражениях (1—4), задаваемых при построении стереопары, и тех же самых углов, но которые определяются действительной ориентацией стереопары при её рассматривании. Эти углы определяются координатами точек, в которых располагаются глаза наблюдателя, и если менять расположение глаз относительно стереопары, будут меняться эти углы и можно будет видеть изменение ориентации и размеров стереоизображения. Особенно хорошо проявляется этот эффект при наблюдении таких объектов, как, например, куб. Это дает возможность скорректировать искажения линейных размеров изображения объектов при рассматривании стереопар в стандартных условиях. В качестве такого стандартного условия удобно взять перпендикулярность направления

взгляда на плоскость рисунка. Для получения качественного стереоизображения коррекцию этих искажений делать необходимо. Практически это можно осуществить, если учесть при расчете координат точек изображения коэффициенты изменения линейных размеров объекта вдоль осей X, Y, Z. Эти коэффициенты определяются по контролю формы куба и используются в расчете.

При изображении объемных объектов на плоскости без применения стереометода можно строить изображения этих объектов в различных системах аксонометрических осей. Однако традиционным является применение системы осей, близкой к осям фронтальной диметрической проекции. Примером этому может служить почти любое изображение сложного агрегата атомов в учебной литературе [1, с. 107; 2, с. 391]. Поэтому разумным является выбор таких параметров рисунков стереопар, которые обеспечивали бы «совместимость» рисунков стереопар с изображениями в стиле изображений из литературы. Этому условию соответствует значение углов $A_{LZ} = A_{RZ} = 0$ и A_{LY} и A_{RY} равными примерно нескольким десяткам градусов. В этом случае коэффициенты искажений по осям X и Z равны единице (искажений нет) [4, с. 109], а по оси Y этот коэффициент меньше единицы, что соответствует стереоизображению объекта, растянутому вдоль оси Y. Такое растяжение можно скорректировать, если ввести этот коэффициент в выражения (1—4). Таким образом, каждый из рисунков стереопары будет выполнен в общепринятом стиле изображения объемных предметов на плоскости и может рассматриваться совершенно независимо, а вместе — это стереопара с присущим ей стерео-объемным изображением объекта.

Теперь рассмотрим еще один вид искажений стереоизображений, связанных с тем обстоятельством, что на стереоизображении хорошо видна «глубина» предмета, его протяженность вдаль. Это искажения за счет перспективы, когда мы видим, что все параллельные линии на большом расстоянии сходятся в одну точку. Стандартный пример этого явления — сходящиеся вдали рельсы. Такие искажения наиболее заметны на объектах, вытянутых вдоль оси Y. Например, в неисправленном стереоизображении длинного параллелепипеда задняя его грань будет казаться существенно больше передней. Этот вид искажений также корректируется введением соответствующего коэффициента в выражения (1—4).

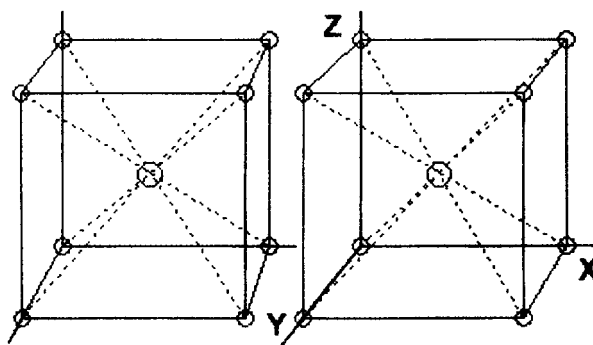


Рис. 1. Структура типа CsCl. Стереопар аналог рис. 69 из [1, с. 107].

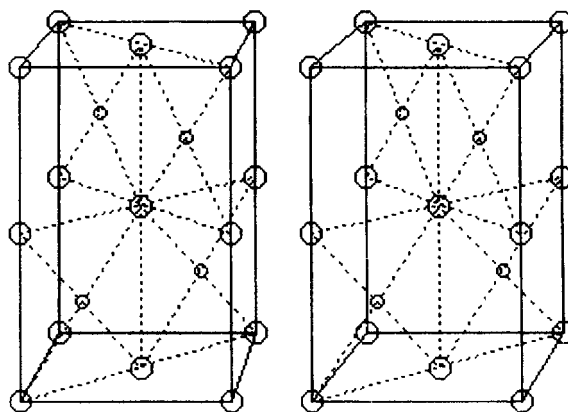


Рис. 2. Структура Pd O, Pt O и Pd S, Pt S. Стереопары рис. 240 из [1, с. 611].

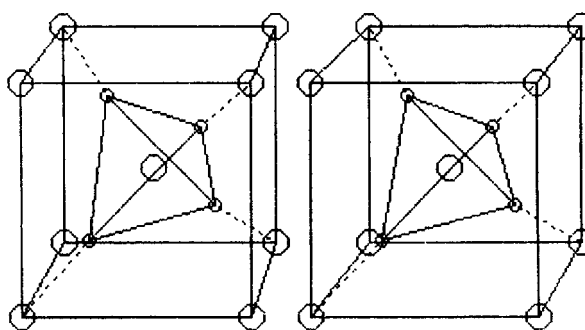


Рис.3. Кристаллическая решетка.

4. Результаты.

Для демонстрации возможностей этого метода наблюдения стереоизображения без применения стереоскопа, а также в целях обучения навыкам стереовидения на рис. 1,2,3,4 приведены стереопары некоторых атомных агрегатов. Эти стереопары были рассчитаны и построены с помощью программы, написанной на языке Turbo Pascal 7.0 с учетом особенностей наших глаз, как стереоскопа. Некоторые из стереопар являются стереоскопическими аналогами изображений из учебной литературы. Это сделано в целях сравнения моно- и стереокартинок. Этот способ применим не только для наблюдения структуры химических объектов, но и во всех других случаях, когда необходимо изобразить сложные объёмные фигуры. Качество стереоизображений определяется разрешающей способностью монитора и принтера, программным обеспечением, а также качеством типографской печати. Кроме этого, описанный способ, в отличие от некоторых других, не имеет ограничений в передаче цвета.

Ложка дегтя. Однако, у этого способа наблюдения стереоизображений есть и недостаток — ограниченная ширина стереорисунка, которая определяется расстоянием между рисунками в стереопаре. В свою очередь, последнее расстояние определяется расстоянием между зрачками глаз наблюдателя, а также напряжением глазных мышц при совмещении изображений, что ограничивает

это расстояние, т.е. ширину рисунка, величиной около 6—7 см. Если же взять это расстояние несколько меньше, то при наблюдении стереоэффекта глазные мышцы будут находиться в расслабленном состоянии, т.е. в режиме отдыха.

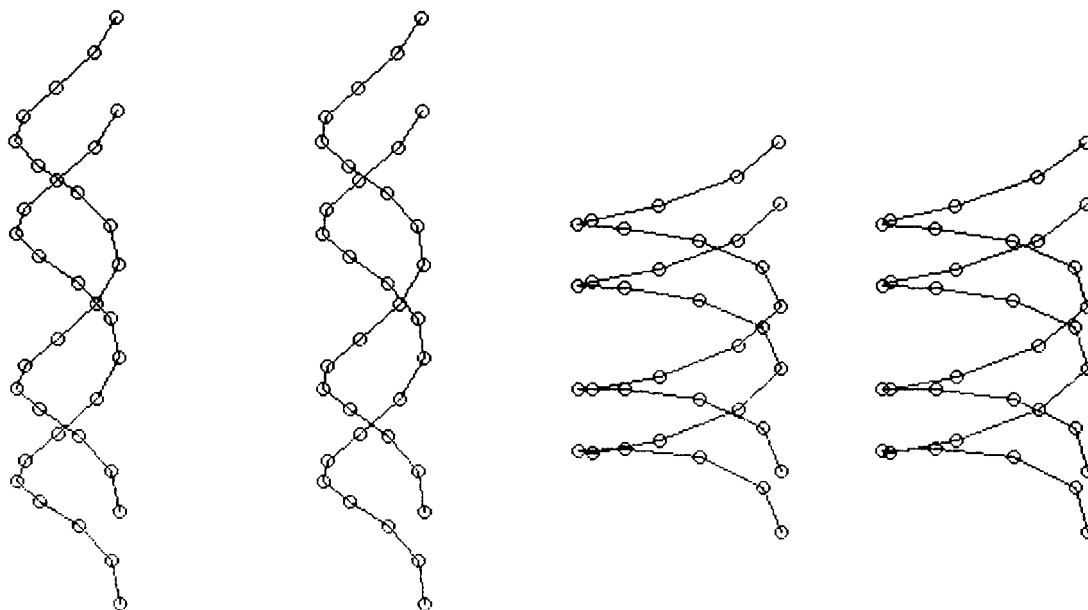


Рис.4. Двойная спираль, основной элемент молекулы ДНК.

Относительно вопроса о движении зрачков глаз при совмещении рисунков и связанном с этим напряжении глазных мышц авторам известны две интересные точки зрения. Желающие могут ознакомиться с ними по литературе [5, с. 182; 6, с. 243].

А можно ли как-то обойти ограничение ширины рисунка при наблюдении стереоизображения без стереоскопа? Видится три способа решения:

1. Уменьшить масштаб рисунка, если это возможно;
2. Если это допустимо, то изменить ориентацию рисунка так, чтобы наиболее протяженная часть рисунка была бы направлена по вертикали или под углом, обеспечивающим нормальное размещение рисунка, поскольку высота стереорисунка ограничена только лишь вертикальными размерами страницы;
3. И самый действенный способ — использовать стереоскоп. Если он есть. А если его нет? Но это уже отдельная тема.

Будем оптимистами! И тем не менее, несмотря на пункт 3 предыдущего абзаца, вследствие исключительной простоты и доступности, этот способ наблюдения стереоизображений может (нет должен!) найти самое широкое применение при издании книг, и в первую очередь учебной литературы по физике, химии, математике и т.д.

Литература.

1. Ахметов Н. С., Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов. - Москва: Высшая школа, 1981. - 679 с.
2. Реми Г., Курс неорганической химии: Том 1, Перевод с немецкого 11 издания. - Москва: Мир, 1972. - 824 с.
3. Перельман Я. И., Занимательная физика: Книга первая. - Издание 15: Москва, Ленинград: Гос. изд. тех.- теор. лит., 1949. - 267 с.
4. Федоренко В. А., Шошин А. И., Справочник по машиностроительному черчению: Издание 6: Москва, Ленинград: Машгиз., 1961. - 264 с.
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М., Фейнмановские лекции по физике: Вып. 3. - Москва: Мир, 1967. - 238 с.
6. Маковецкий П. В., Смотри в корень!: 4 издание: Москва: Наука, 1979. - 382 с.