

## Вольфганг Шад

### В пользу разумной химии

Умный почти все считает смешным,  
разумный — почти ничего.  
И. фон Гете «Максимы и рефлексии»

В наше время химия превратилась в пугало — так, по крайней мере, ее воспринимает большинство людей. Для них это слово стало синонимом чего-то далекого от жизни, враждебного природе, связанного с загрязнением окружающей среды и голым материализмом. Когда мы покупаем в супермаркете какой-нибудь напиток, у каждого из нас возникает вопрос, сколько «химии»: аскорбиновой кислоты, красителей, эмульгаторов, ароматизаторов, «идентичных натуральным» и т. д. — содержится в нем. Но это не всегда так. В средних классах вальдорфской школы дети ещё с восторгом воспринимают уроки химии, которые проводят классные учителя. А в старших классах, где рассматривается современное научное и социальное мировоззрение, химия становится для них, в лучшем случае, курьезом. Покажите мне вальдорфских учеников, которые после окончания школы продолжили изучать химию и стали профессиональными химиками или с вдохновением преподают этот предмет. Где они? Не говорит ли их отсутствие о положительных качествах вальдорфской культуры? Ведь существует же такое скрытое настроение: современная химия — профессия, чуждая всему живому, и, как часто думают, ариманическая.

Причина того, что естественные науки, в число которых входит и химия, стали крайне материалистичными, — а именно из-за своей претензии на монополию в объяснении всего, что происходит в мире, — заложена, если рассматривать это с исторической точки зрения, не в них самих, а, согласно проведенному Рудольфом Штайнером анализу периода времени, в которое состоялся Константинопольский собор, в том, что, начиная с 869 года, о духовной стороне существа человека стали говорить все меньше, и это оказало влияние на дальнейшее культурное развитие Европы. Начиная с XVI века, люди, являвшиеся представителями «духа», то есть духовенство, отвергли пробуждающееся естествознание со всеми его революционными, великими открытиями. Находясь в рамках жесткой религиозной

догматики, обе церкви не смогли принять не только растущую объяснимость происходящего в природе вообще, но и в особенности идею о способности мира к преобразованию, а вместе с ней — идею эволюции. Так как Бог всемогущ и добр, он должен был создать мир совершенным; с какой стати тогда этот мир должен вообще развиваться, ведь тогда нужно предположить, что мир несовершенен. Этого нельзя было допустить. Никто и не догадывался, что живой активный дух существует именно в становлении. Тот, кто и сегодня все еще не признает существование метаморфоз и таким образом уводит эволюцию по формальному пути извечных категорий (конфессиональная — Бог, философская — совершенный мир идей), показывает этим то, что он далек от духа. Так уже в 1870 году Ватикан видел свое спасение только в догмате непогрешимости. Папа Пий IX, утвердивший этот догмат, недавно (3.09.2000) был провозглашен блаженным. Во всяком случае, естественные науки остались в духовном одиночестве. Из-за этого люди с закостеневшим мышлением, являющиеся представителями духовности, сами того не замечая, способствуют укреплению материализма. (Steiner GA 93a: 72; GA293:150) По той же причине и ученые часто становились жесткими в своих суждениях и столь же легко занимали противоположную позицию отрицания всего духовного. Но для Штайнера всегда было лучше иметь дело с исполненными духом материалистами, чем с бездуховными спиритуалистами. (Steiner 1917: 217) Проблема лежит не в естествознании как таковом: «Ученые не всегда наполнены хорошим духом, а наука наполнена им всегда» (Штайнер). Так что, не будем принимать участие в обостряющемся противостоянии этих двух лагерей. Воюющие друг с другом всезнайки с обеих сторон, при ближайшем рассмотрении, демонстрируют лишь свое бессилие. Наша задача, кроме непонимания и понимания, привести в химию также и здравомыслие.

Во всех естественных науках есть три способа рассмотрения мира. Систематика всегда полностью принимает то, что можно обнаружить сейчас. Но мы также хотим понять, как появилась возможность обнаружить нечто, исходя из процесса его становления. Итак, мы ищем, обращая с помощью ретроспективы свой вопрошающий взор в прошлое, то, что является первопричиной. Конечно, и этого нам недостаточно. Нам хочется получить возможность проследить и то, что будет происходить в мире в будущем: мы нуждаемся в предсказуемости и воспроизводимости, хотя и существует опасность, что в этом случае будущее станет восприниматься только как продолжение прошлого, — посмотрите на нашу техническую цивилизацию, которая целенаправленно использует причинно-следственные законы и подразумевает, что это все, что можно было бы сделать. Исходя из этого, по крайней мере, становится ясно,

что такая форма понимания науки уже в любом случае имеет преимущество, благодаря которому мы делаем нашу связь с миром более протяженной во времени, чем та, которая может существовать в каждый конкретный его момент, и рассматривать прошлое, настоящее и будущее, как некую целостность, даже если восприятие времени остается при этом линейным (то есть, представляется только лишь пространственно).

А четвертое направление — это обобщающее рассмотрение, объединяющее все временные категории, которое настолько полно охватывает настоящее, что то, что происходило до и будет происходить после, попадает в поле зрения и, за счет этого достигается постоянство, а именно совместимость с длительными периодами времени. Ничто не приносит так много пользы, как выход за рамки ограниченного кругозора и приобретение широкого взгляда, интегрированного во время. Таким образом, мы достигли второго пункта, являющегося исходным для того, что последует дальше. Теперь, ближе к теме.

Химия теснейшим образом связана с жизненно важными сторонами человеческого бытия. Наиболее активно химические процессы осуществляются в тех органах, которые почти не контролируются нашим сознанием: синтез белка, синтез и выделение гормонов, иммунитет, обмен веществ в мышцах; или, если мы возьмем высшую форму химических процессов организма, — образование тела эмбриона. Кто из нас знает об этом процессе что-нибудь выходящее за рамки того, что мы можем прочитать в книгах?

Все бессознательное мы переживаем целостно. Чтобы охватить такие вещи сознанием мы должны выделить их из целого и подвергнуть анализу. Поэтому второй ступенью на пути становления химии как науки было и есть ее «искусство отделения».\* Элементный анализ использовали для качественного и количественного определения химических элементов. Вскоре встал вопрос: что можно сделать дальше, после того, как разделение произошло? Когда от обилия элементов были потеряны ориентиры, начался противоположный процесс. Вопрос, какие элементы ближе друг другу по химическим свойствам: металлы или неметаллы, элементы, образующие кислоты или элементы, образующие основания, — очень интересовал Гете. Уже в учении о цвете он разделил химические вещества на дающие красный цвет кислоты и дающие синий цвет основания. И, наконец, он ждал от Генриха В. Ф. Вакенродера (1798-1854) важных открытий в области химии физиологических процессов с участием растительных соков

---

\* [Немецкое слово «Scheidkunst» — «искусство отделения» является устаревшим синонимом слова «химия» и подразумевает искусство выделения металлов из руд — прим. переводчика.]

в ряду метаморфоз листьев отдельно взятого цветкового растения (письмо Вакенродеру, 21.01.1832)

В 1810 году Гете пригласил Иоганна Вольфганга Деберейнера (1780-1849) в университет в Йене, и тот вскоре смог продемонстрировать осахаривание крахмала и каталитическое действие платины, а также объяснить стехиометрические законы. Гете поддерживал его, в чем только мог. «За многие годы я видел нескольких прекрасных молодых людей, стоящих на этом пути, но еще не видел ни одного такого, который бы меня так сильно радовал, который по моему самому искреннему убеждению подавал бы такие большие надежды». (Письмо Ф. А. Г. фон Энде, 28.4.1812) По просьбе Гете провести анализ целестина, найденного им в 1817 году близ Дорнбурга, Деберейнер в 1829 году обнаруживает первую триаду кальций/стронций/барий и своим законом триад закладывает фундамент будущего открытия периодической системы (van Spronsen 1969: 1; Krätz, 1992: 207). Как бы обрадовался Гете, если бы он узнал еще и об открытом в 1864 году И. А. Р. Ньюландсом (1838-1889) законе октав: в каждом восьмом элементе все время звучит один и тот же основной химический тон.

Оба открытия Деберейнера: платиновый катализ и триады элементов, — должны были иметь непредсказуемые последствия. Существование биохимии немислимо без понятия катализа: вещества влияют на ход процессов, но сами в них не участвуют! Венцом закона триад стала открытая позже периодическая система элементов: материи действительно присуща естественная упорядоченность. Философия начинается с удивления — такой ее видели Платон и Аристотель. Штайнер наоборот рекомендует следующее: «Проводя уроки, удивление нужно возбуждать в конце тематического раздела. Нужно дать им [ученикам] понять, что существует нечто такое, перед великолепием чего сам Новалис преклонил бы колени» (Steiner, GA 300/11: 42/43).

У материализма есть две стороны. Существование одной из них оправдано. Она подразумевает эмпирический подход к изучению мира веществ и его исследование средствами всех связанных с внешними чувствами естественных наук. Другая сторона — это требование принять за аксиому то, что существует только материя. Это требование, как и любое безоговорочное требование, является идеологическим. Говорить об этой второй стороне готов со знанием дела каждый антропософ. Для того чтобы разъяснить суть первой, все еще нужно цитировать самого Рудольфа Штайнера:

«Можно ли сказать, что материалисты правы в своих утверждениях? Да, в том, что касается материи, они смогут обнаружить что-то чрезвычайно полезное и ценное». (Steiner, GA 151, 21.1.1914; GA 237, 4.8.1924).

Для него материализм — это один из двенадцати способов рассмотрения мира. Мы всегда должны отличать идеологию материализма от его методики.

### **О закономерностях в главных подгруппах периодической системы.**

Последняя цитата определенно имеет отношение к периодической системе химических элементов, одному из самых значительных и ужасных открытий в химии. С момента обнаружения этой закономерности, рациональная химия не может без нее существовать. Там, где возникает вопрос о предсказании базовых свойств элементов, взгляд на закономерности периодической системы дает множество предварительных ответов: каковы возможные валентности, переходные состояния между тремя основными видами связи, кислотно-основные свойства, внешний вид и т. д. Вскоре после того, как Менделеев сделал свое первое большое открытие, он смог многое прогнозировать. Кроме того, появилась возможность оценивать время протекания химических превращений. Но нам нужно не только обратить внимание на то, какое могущество мы обретаем, благодаря этому знанию, а и пережить количественные законы с точки зрения гетеанизма.

Например, можно обратиться к периодической системе с важным для нас вопросом вопросом: какие элементы, каких периодов и групп являются самыми пригодными для жизни? Жизнь, судя по наблюдениям, всегда заключается в существовании периодичной напряженности между противоположностями, по крайней мере, в отличиях энергетических уровней, которые никогда — пока что-то живет — не приходят к равновесию, что в противном случае привело бы к смерти. Самая ярко выраженная с химической точки зрения полярная напряженность — это напряженность между щелочными металлами и галогенами, элементами главных подгрупп первой и седьмой групп. Щелочные металлы образуют сильные основания, а галогены — сильные кислоты. Они несовместимы с жизнью уже в средних концентрациях. Для поддержания жизни нужны умеренные, но ни в коем случае не равновесные соотношения. Сильные основания и кислоты разрушают живую материю. К тому же следует добавить, что в живой материи количественно преобладают элементы первых периодов, имеющие ничтожно малые атомные массы. В процессы, связанные с жизнью, вовлечены не тяжелые, а легкие элементы. Только не многие из элементов, стоящих в периодической системе дальше цинка (порядковый номер 30), имеют важное значение для жизни (Zeek 1997: 16 ff). Это проявляется даже в том, что для центрального биохимического процесса Земли, фотосинтеза, природа предпочла

более легкий  $^{12}\text{CO}_2$ , более тяжелому  $^{13}\text{CO}_2$ .

Исходя из основных свойств жизненных процессов, становится понятным, что не в крайних, а в находящейся точно посередине периодической системы главной подгруппе четвертой группы, и, к тому же, в самом легком ее представителе, а именно в углероде, заложена биохимическая основа органической химии. Поэтому органическую химию характеризуют как химию соединений углерода (правда, любая живая клетка состоит из намного большего количества воды, если, конечно, не воспринимать ее, как то, что благодаря своей способности образовывать гидратные оболочки, тоже можно отнести к гидрофильным углеродным связям). Уже Евген Колиско видел в положении углерода в пределах второго периода гетевский «закон усиления между полярностями», говоря словами Гете «двумя ведущими колесами природы» (НА 13: 48). Так же и элемент главной подгруппы той же группы, следующий по массе за углеродом, т. е. кремний, является субстанцией, нередко участвующей в физиологических процессах, которая из растворимой  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  легко превращается в опал (аморфный  $\text{SiO}_2$ ) и, к тому же, незаметно сопровождает образование цитоплазмы. У кремниевых губок, радиолярий, силикофагеллатов и, особенно, у диатомовых водорослей наблюдаются только уже сформированные кремнистые скелеты. Включения опала обнаруживаются в структуре твердого каркаса всех хвощей, сосудистых пучков папоротника, трав (края листьев и ости), жгучих волосков крапивы и т. д.

Еще более показательным будет рассмотрение участия кремния в процессах земной коры. Ее большая часть состоит из силикатов, таких как все глубинные горные породы (граниты, гнейсы, габбро) и значительной части вулканитов, в особенности тех, которые связаны с компрессионным вулканизмом (Schmutz 1986: 12 ff). По распространенности в земной коре (на глубине до 16 км ) кремний (25,75%) и кислород (49,52%), пребывая там всегда в связанном состоянии, намного опережают другие элементы (75,27%). Кремний (при том всегда в окисленной форме) является, в некотором роде, «углеродом» в составе и обмене веществ земной коры. Древние плутониты содержат в среднем 3 % углерода в виде графита (Pflüg 1984: 127). При этом в земной коре находится больше углерода, чем во всех организмах биосферы Земли. С другой стороны биогенный диоксид кремния присутствует во всех живых организмах, но по сравнению с углеродом уже в меньших количествах. И как близко родственны оба эти элемента, так же комплементарно соответствуют они друг другу, как представители отдельно взятого живого организма и организма Земли в целом.

При том, что основность элементов в главной подгруппе первой группы по мере

увеличения эквивалентной (атомной) массы возрастает, а кислотность в главной подгруппе седьмой группы, напротив, уменьшается, франций и хлор являются в этом отношении самыми ярко выраженными противоположностями (плавиковая кислота остается слишком ассоциированной). Все элементы главных подгрупп других групп являются членами переходного ряда между ними. Такая закономерность показывает, что химическое сходство проявляют не только элементы, стоящие один под другим или рядом друг с другом, но и те соседняя, которые располагаются слева сверху и справа снизу по диагонали друг от друга. Это означает, что таким образом проявляется «диагональная зависимость». Возникающие порой барьеры понимания могли бы быть сняты, так как здесь непосредственно проявляется гетевский пра-феномен.

Основным аргументом против применения гетеанистического метода для рассмотрения химических элементов состоит в том, что они в большинстве своем являются не природными, а искусственно созданными. Лишь немногие из элементов встречаются в природе в виде простых веществ. Это углерод, азот, кислород, сера, медь, ртуть, все благородные металлы, такие как золото, платина, серебро и проч., а также благородные газы. Как же их все-таки мало по сравнению с общим числом (92) естественных элементов! И здесь мы не ставим перед собой цели проверить то, насколько серьезно Штайнер относился к понятию отдельного элемента в вопросах, касающихся лекарственных препаратов и удобрений, а хотим лишь установить связь с методикой Гете: «Пусть же каждый из нас в этом случае скажет, что обособление и объединение — это два неразделимых акта жизни. [...] и чем в более живых взаимоотношениях, как вдох и выдох, пребывают эти две функции духа, тем лучше для науки и ее друзей».

Чаще всего, Гете, как великого синтетика-биофила, необоснованно противопоставляют всем аналитикам. На практике метод Гете, согласно его убеждениям, состоял не в противопоставлении синтеза и анализа, а в их чередовании. Его исследования в области зоологии опирались по большей части не на наблюдения за живыми животными, а были преимущественно остеологическими. Но скелет в любом случае является вторичным феноменом (и зачастую предварительно восстановленным человеком). Его, как редуцированный объект, удастся снова представить в системе **более** обширных взаимосвязей, только в том случае, если он сначала был из нее извлечен. Оба пути являются для Гете частями одного целого, как вдох и выдох: «Так как я, все же, всю свою жизнь, сочиняя стихи и наблюдая, применял то синтез то вновь анализ, систола и диастола человеческого духа были для меня словно вторым дыханием, неделимые, постоянно пульсирующие» (НА 13:27). Нам бы

не следовало принимать участие в бесплодной поляризации, а стоило бы обращать внимание на то, что всегда происходит и то и другое. Может быть, не так сложно договориться об этом. Бесплодность одностороннего взгляда, все-таки довольно серьезное предостережение. Голый анализ приводит лишь к образованию кладбищ информации, голый синтез — к поверхностности, лишенной ощущения действительности. Наши старшеклассники хорошо чувствуют обе эти крайности, вызывающие у них аллергическую реакцию. Таким образом, описанное выше, является самой хорошей рекомендацией для улучшения работы учителей, использующих гетеанистические методы.

Давайте рассмотрим то, как проявляют себя химические элементы при нормальных условиях и на этот раз обратим внимание на их отношение к свету, причем, как и прежде, оставаясь в пределах главных подгрупп. Большую область в левой и нижней части периодической системы занимают элементы-металлы. В чистом элементарном состоянии они обладают зеркальным блеском. Это значит, что попадающий на них свет, металлы, как правило, отражают, не изменяя, и при этом внутри остаются темными. Противоположный полюс — неметаллы, доминирующие в правой и верхней частях периодической системы в главных подгруппах: среди них преобладают газы (зачастую прозрачные и бесцветные), которые почти беспрепятственно пропускают свет. Если рассматривать элементы второго периода от лития до фтора, то от бериллия до бора и от бора до углерода металлический блеск начинает постепенно исчезать вплоть до появления матово-тусклой черноты угля. Но и в свойствах самого углерода при переходе от модификации к модификации проявляются тонкие нюансы: в аморфном состоянии, в виде сажи, он чернее черного, сильнее минерализованный гранит — серо-черный и блестящий, недавно открытый фуллерен ( $C_{60}$ ), растворенный в толуоле, выглядит красно-фиолетовым, а чистый алмаз — совсем бесцветный и прозрачный. Следующие за ним, находящиеся по соседству элементы азот и кислород — бесцветные газообразные вещества, равно как и благородные газы. Фтор при комнатной температуре — почти бесцветный газ, обладающий едва заметной желто-зеленой окраской.

Во втором периоде металлический блеск сохраняется у натрия, магния, алюминия и вплоть до кремния, хотя последний преимущественно проявляет химические свойства, характерные для неметаллов. Фосфор («диагональная зависимость») может быть черным как углерод, но при этом, в красном и белом фосфоре реализуется цветовой переход, который имеет продолжение в желтой окраске серы и хлора.

С третьего по седьмой период, в правой части периодической системы появляется



все больше элементов, которые проявляют матово-черную окраску. Мышьяк существует в виде черной и желтой модификаций, селен — черной, темно-красной и красной. Постоянное усиление глубины цвета особенно хорошо проявлено в ряду галогенов, оно происходит до тех пор, пока йод (в газообразном состоянии фиолетовый) не становится черным и блестящим. Об астате знают слишком мало для того, чтобы можно было говорить о его цвете (Он является короткоживущим радиоактивным элементом). Предполагают, что астат должен обладать металлически-темной окраской. Итак, между твердыми металлами и легчайшими газообразными неметаллами главных подгрупп, между полной светонепроницаемостью и полной светопроницаемостью, мерцает «пояс цветности», в котором свет, принимаемый поверхностью, отражается в преобразованной форме. Итак, из-за возрастающей активности, элементы этого «пояса» взаимодействуют со светом. Чистый углерод, который, как мы видели, может проявлять все три качества: черный, окрашенный, бесцветный прозрачный, — еще и поэтому является интегрирующим центром. В приведенной ниже таблице, символы элементов, проявляющих окраску, выделены курсивом.

H	—	—	—	—	—	—	He
Li	Be	B	<i>C</i>	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cl</i>	Ar
K	Ca	Ga	Ge	<i>As</i>	<i>Se</i>	<i>Br</i>	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	<i>I</i>	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra						

И как для гетеанистического взгляда является очевидным то, что свет и тьма должны переходить друг в друга не только через оттенки серого, но и через цветовое расщепление в бесчисленных проявлениях природы, так же очевиден для него и «пояс цветности» в основном законе периодической системы.

### **Флуоресцирующие субстанции**

Наверное, испанский врач Николо Мондарес, был тем, кто еще в 1570 году впервые описал флуоресценцию жидкости, предположительно раствора веществ органического происхождения. В 1602 году сапожник из Болоньи Винченц Качиароло, который интересовался алхимией, обнаружил, что если тяжелый шпат ( $BaSO_4$ )

растереть в порошок и прокалить с мукой (углерод!), то он, после того, как побудет на свету, продолжает светиться в темноте (Schulz 1975). В зависимости от способа воздействия энергии, среди прочих видов люминесценции, таких как фотолюминесценция, термолюминесценция, электролюминесценция, кристаллолюминесценция (например, при кристаллизации  $\text{AsCl}_3$ ) и триболюминесценция (при механическом трении), выделяют биолюминесценцию, характерную, например, для светлячков, мицелия опят; свящихся бактерий и т. д. (см. также Gehlig 1995). Если имеет место остаточное свечение, то обычно говорят о фосфоресценции. Однако, открытый Хеннингом Брандом в 1669 году фосфор светится в темноте благодаря окислению на воздухе, то есть проявляет хемилюминесценцию, а не «фосфоресценцию», хотя из-за этого элемент и получил свое имя («Phosphorus — несущий свет»).

Естественным проявлением люминесценции являются «полярные сияния», то есть свечение высоких слоев атмосферы. Итак, люминесцировать могут как газы и жидкости, так и твердые вещества. Неисчислимо множество неорганических веществ проявляет подобные свойства, особенно в растворенном виде. Так, например, хлорофилл, обладающий зеленой окраской, при просвечивании обычным рассеянным светом, светится рубиново-красным светом. Все подобные явления фотолюминесценции после введения этого термина Штоком (1852), тоже называют флюоресценцией, которая получила это наименование по названию плавикового шпата — флюорита ( $\text{CaF}_2$ ). Многие виды флюорита при обычном освещении выглядят фиолетовыми, но при рассматривании их на просвет, в них появляется зеленый блеск. Еще более впечатляющим выглядят куски флюорита, облученные «черным светом» (ультрафиолетовым); во многих случаях они фосфоресцируют насыщенно-синим светом. (Маленькие дешевые ультрафиолетовые фонарики можно купить в «Astromedia»).

Здесь мы ограничимся рассмотрением особенно интересных для нас явлений флуоресценции минералов. Гласон (1960) перечислил более двухсот десяти флуоресцирующих материалов, из которых тридцать один обладает способностью также и фосфоресцировать. Самые важные из них — это плавиковый шпат, кальций, апатит, каменная соль, цинковая обманка, виллемит, шеелит, волластонит, циркон, рубин, алмаз, аутунит.

Цвет флуоресценции чаще всего обуславливается отнюдь не основным минералом, а примесями, распределенными в нем тончайшим образом. Разогретый сульфид цинка со следовыми примесями меди флуоресцирует желто-зеленым светом

при оптимальном соотношении Cu и ZnS 1:10000 (Winkler 1955). Появившиеся в результате смешивания дефекты кристаллической решетки, как и сам ион металла, оказывают совместное влияние на цвет свечения. При этом можно заметить существенное различие между элементами главных и побочных подгрупп периодической системы, из-за которого мы и рассматриваем эту тему.

Большинство хорошо кристаллизованных минералов, состоящих только из элементов главных подгрупп, сплошь бесцветные и прозрачные. На ум приходят каменная соль (Na Cl), флюорит (CaF<sub>2</sub>), кальций (CaCO<sub>3</sub>), гипс (Ca SO<sub>4</sub>), апатит (Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>), барит (BaSO<sub>4</sub>), квасцы (KAL(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>), кварц (SiO<sub>2</sub>), корунд (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) или также чистый алмаз (бриллиант); свинцовая руда — церуссит (PbCO<sub>3</sub>), обладающая белой окраской, может кристаллизоваться в виде прозрачных бесцветных кристаллов. Все они являются соединениями элементов металлов и неметаллов главных подгрупп периодической системы. Если эти вещества не содержат никаких примесей, то ни одно из них не флуоресцирует — при этом большинство соединений элементов побочных подгрупп имеет выраженную окраску (идиохроматическую) и тоже не флуоресцирует, за исключением бесцветных соединений цинка, кадмия, ртути и циркония. Железо и марганец, даже в следовых количествах, подавляют флуоресценцию; железо является, собственно, самым устойчивым элементом на Земле (см. следующую главу), а марганец — ближайший его родственник в периодической системе. Но если в структуру прозрачных кристаллов соединений элементов главных подгрупп встраиваются присутствующие в «гомеопатических» количествах ионы элементов металлов побочных подгрупп, то у них, как правило, появляется способность к цветной флуоресценции под действием ультрафиолетового света со всем великолепием различных цветов радуги в зависимости от элемента и его валентности (Lieber 1957).

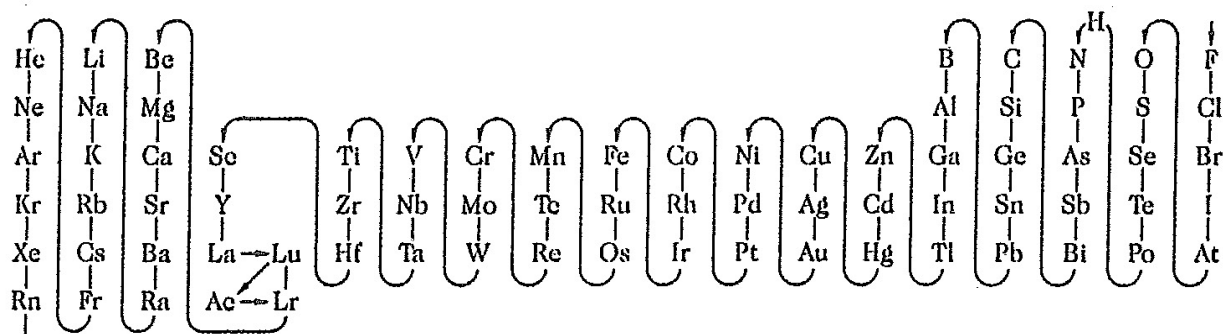
Так, окрашенный в красный цвет примесями хрома, корунд, который называют также рубином, флуоресцирует уже в видимом свете, а в ультрафиолетовом его красное свечение становится еще сильнее. Корунд, окрашенный примесями железа — сапфир — из-за присутствия подавляющего флуоресценцию вещества, не флуоресцирует.

В плавиковом шпате встречается множество следов редкоземельных элементов, которые делают возможной насыщенно-синюю флуоресценцию в ультрафиолетовом свете; в кальците «активатором» красной флуоресценции часто бывает двухвалентный марганец, а европий вместе с другими редкоземельными элементами предположительно отвечает за синюю флуоресценцию (Robbins 1983). Важнейшими активаторами являются хром, марганец, медь, серебро, иттрий, многие

редкоземельные элементы и уран. Последний флуоресцирует в ультрафиолетовых лучах, даже в составе своей тяжелой руды, ядовито-зеленым светом, но только в форме шестивалентного иона уранила ( $UO_2$ )<sup>2+</sup>. Вольфрамат (шеелит —  $CaWO_4$ ) и молибдат (повеллит —  $CaMoO_4$ ) также флуоресцируют и в чистом виде без примесей. В этих веществах элементы главных и побочных подгрупп объединяются в особенно удачных с точки зрения качественного состава комбинациях, причем элементы побочных подгрупп, вольфрам и молибден, не проявляют себя, как типичные металлы в виде катионов, а образуют кислотные остатки с большим содержанием кислорода, то есть в некотором роде проявляют неметаллический характер.

Но, в общем, для флуоресцирующих материалов действует такое правило (с исключениями), что основной минерал состоит из элементов главных подгрупп, а тонкоматериальные активаторы из числа элементов-металлов побочных подгрупп, и особенно элементов «побочных подгрупп в побочных подгруппах» (редкоземельные элементы), периодической системы.

Здесь, если рассматривать это с точки зрения пра-феномена, выражается то, что определенная окраска многих соединений элементов побочных подгрупп в обычном свете, а тем более их вклад в явления флуоресценции минералов, позволяют представить расширенную середину периодической системы не только как «пояс цветности» (говоря языком Гете), но и как широкую «полосу цветности», расположенную между полярными состояниями металлов и неметаллов, даже если она сдвинута в сторону металлов, так как все элементы побочных подгрупп являются металлами. Хорошей иллюстрацией, отражающей описанные феномены, может быть изображение периодической системы в следующей конфигурации:



Полярность, проявленная в пределах главных подгрупп, претерпевает в общем «космосе элементов» чрезвычайное усиление в побочных подгруппах, и большинство флуоресцирующих минералов является непосредственным, а также, с эстетической

точки зрения, красивейшим отражением этого явления.

## Семейство железа

Свойства элементов побочных подгрупп выходят далеко за рамки, очерченные упомянутым выше правилом, так как они встраиваются между второй и третьей главными подгруппами и к тому же, появляются, начиная с четвертого периода, и все элементы, расположенные в них, являются исключительно металлами. Так как элементы побочных подгрупп одного и того же периода в химическом отношении больше похожи друг на друга, чем элементы главных подгрупп одного и того же периода, то в дальнейшем «горизонтальное сродство» играет здесь большую роль, по сравнению с «вертикальным сродством» или «диагональной зависимостью». Во всем этом сходстве элементов между собой впечатляет их «тонкая организация». К тому же особое внимание нужно уделить элементам побочных подгрупп четвертого периода, так как они в большинстве своем являются жизненно важными микроэлементами. При этом мы отбрасываем первые два (Sc, Ti) и один последний элемент (Zn) этого ряда, чтобы рассмотреть элементы, расположенные между ними, а именно ванадий, хром, марганец, железо, кобальт, никель и медь, с точки зрения сравнительной морфологии. При этом будет вполне разумно обращать внимание не только на химические свойства этих элементов, но и на окраску, которую они придают своим растворимым в воде солям. Так двухвалентное железо проявляет себя в виде нежной, сдержанно-зеленой окраски, а трехвалентное — в виде приглушенных желтых, оранжевых, красных и коричневых оттенков. То есть, в состоянии низшей валентности этот элемент склонен проявлять пассивные, а в состоянии с более высокой валентностью активные цвета спектра. Первый тип цветового смещения усиливается в случае кобальта, для двухвалентной формы которого более характерно образование насыщенно-синей, кобальтовой окраски, не смотря на то, что аквакомплексы солей двухвалентного кобальта окрашены в нежно-розовый цвет. Аквакомплексы солей двухвалентного никеля имеют травянисто-зеленую окраску, аминоккомплексы — синюю. Двухвалентная медь, находясь в составе многих комплексов, придает им насыщенно-синюю окраску, например, своему карбонатному минералу азуриту. Малахит, содержащий воду, обладает насыщенной темно-зеленой окраской. Аммиачный комплекс меди имеет насыщенную темно-синюю окраску.

Железо, в отличие от Co, Ni, Cu, может образовывать не только

распространенные соединения Fe (II) и Fe (III), — приложив определенные усилия, его можно окислить и до шестивалентного состояния, в котором оно входит в состав фиолетово-красных ферратов. Такие высокие значения валентности намного больше тех, которые обычно проявляют в природе более легкие близкие родственники железа. Марганец несложно провести через все валентные состояния от двух- до семивалентного, при этом могут проявиться почти все цвета спектра, в зависимости от валентности, комплекса и размера крупинок вещества (Mohr 1954: 202 f.). Стабильные соединения имеют склонность к цветам красной части спектра, например, природные минералы малиновый шпат — родохрозит (карбонат марганца) и тулит (марганцевый цоизит), или широко известный перманганат калия, обладающий красно-фиолетовой окраской. Несмотря на разнообразие окрасок все они, однако (как и у соединений железа) сдержанные, приглушенные.

В солях хрома, из-за чего этот элемент и получил свое имя, цвета приобретают почти плакативную яркость, и особенно, опять-таки, в соединениях с высокими значениями его валентности: хроматах и бихроматах, валентности хрома в которых равны шести и, соответственно, семи. Шестивалентный хром, входящий в состав хромовых квасцов, придает им персиково-красную окраску.

Пероксид трехвалентного хрома при растворении в эфире становится ярко синим. Основой красивой окраски многих сортов турмалина являются различные цвета радужного спектра, наличие которых обусловлено присутствием хрома во всевозможных валентных состояниях. Близок хром ванадий, также имеющий склонность к образованию ванадатов, в которых он проявляет высокие значения валентности, при этом оксид ванадия  $V_2O_5$  является особо устойчивым веществом. Ванадиевые руды преимущественно окрашены в цвета от желтого до красного, в то время как соли, полученные в лаборатории принимают также и все остальные окраски (Mohr 1954: 193f.).

С эстетической точки зрения одиннадцатому классу будет полезно показать хоровод красок, которые проявляют простые и комплексные ионы семи родственных железу элементов. Благодаря этому, можно увидеть, какое полное нюансов богатство красок спрятано в кажущихся обычно абсолютно бесцветными (за исключением меди и золота) чистых металлах. К тому же, каждый из этих семи, при всем разнообразии окрасок имеет еще и свою индивидуальную, характерную только для него степень насыщенности, которая с трудом поддается количественному описанию. А в какие мягкие оттенки окрашено большинство соединений железа и насколько кричащие цвета характерны для соединений хрома! В этом проявляются соответствующие

индивидуальности металлов. Не лишним будет задать вопрос о металлических свойствах этих элементов. Спектр отличий внешнего вида образованных ими простых веществ довольно велик, он простирается от матово-серой со стальным отливом окраски ванадия до теплой темно-красной окраски меди. Для разных сплавов железа характерны полярные проявления. Сталь, легированная ванадием / хромом / марганцем, обладает особой твердостью, но склонна быть хрупкой. Железо, легированное кобальтом / никелем / медью, напротив, обладает выраженной эластичностью. Из первого сплава получилось бы хорошее зубило, из второго — хороший подшипник. К общей картине свойств этих металлов остается добавить также и соответствующие химические свойства.

V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
серый	←		блестящий		→	красный
твердая	←		легированная сталь		→	эластичный
склонность к красным и желтым окраскам	←		в солях и комплексных соединениях		→	склонность к зеленым и синим окраскам
высокая	←		валентность		→	низкая
хрупкие	←		сплавы железа		→	пластичные

Роль этих металлов в биохимии также очень интересна для рассмотрения. Все они выполняют биокаталитические функции. Кобальт входит в состав такого важного витамина как витамин В12. Ванадий, железо и медь играют важную роль в комплексах отвечающих за процесс дыхания. Железо, входящее в состав гема — вещества, придающего красную окраску гемоглобину, имеет исключительно большое значение (только двухвалентное(!); гем без железа уже сам по себе обладает красной окраской (протопорфирин)). Медь является таким же элементом-металлом, отвечающим за процесс дыхания в составе гемоцианина крови большинства моллюсков (улиток, двустворчатых моллюсков, каракатиц), причем окисленная кровь из-за влияния двухзарядного катиона меди имеет синюю окраску, а восстановленная — бесцветна. Ванадием насыщена кровь морских огурцов (голотурий), животных родственных морским звездам, которым тоже свойственна пятилучевая симметрия тела, а также оболочников (Tunicata).

Итак, можно сравнить голотурию, позвоночное животное и виноградную улитку.

Только в сравнении с родственными элементами полностью проявляется центральное положение железа. Оно представляет собой середину между полярностями и его можно обнаружить практически везде. Это центральное положение выражается еще яснее, если рассмотреть устойчивость элементов всей периодической системы. Все концепции неизменности, являющиеся достоянием античности, в новое время динамизировались. Уже в 1440 году Николаус фон Куэсу было понятно, что Земля не пребывает в состоянии покоя, а вращается вокруг своей оси и вокруг солнца. Иоганн Кеплер, опираясь на измерения Тихо Браге, заключил, что планеты движутся не по круговым орбитам с постоянным ускорением, а по эллиптическим орбитам с неравномерным ускорением. Так уже в 1698 году Лейбниц постулировал изменчивость видов живых организмов. Вскоре после этого астрономы Эдмунд Галлей (1718) и Иоганн Тобиас Майер (1760) обнаружили, что положение неподвижных звезд по отношению друг к другу не является постоянным, то есть, что они движутся. Так открытие радиоактивности, сделанное Анри Беккерелем в 1896 году, вскоре развеяло представление о неизменности элементов. А в 1912 году Альфред Вегнер заявил о том, что континенты движутся друг относительно друга.

Самые тяжелые элементы, стоящие в периодической системе после свинца\*, не имеют полностью стабильных изотопов и вследствие ядерного распада медленно или быстро преобразуются в более легкие, один из которых часто является благородным газом; то же самое относится и к более легким технецию и прометию.

Самые легкие из них могут переходить в более стабильные элементы за счет ядерного синтеза. В любом случае, — в результате ядерного распада или ядерного синтеза, — из элементов начала и конца периодической системы высвобождается ядерная энергия, в результате чего образуются новые, более стабильные по сравнению с исходными, элементы. Если определить соответствующий энергетический потенциал, то к середине периодической системы он уменьшается. Самым стабильным в этом смысле оказалось железо, которое к тому же вообще является центральным элементом периодической системы по энергии ядра.

## **Закономерности периодической системы**

Когда-то, когда химия была «искусством отделения», была надежда, что исходя из небольшого количества элементов, получится сделать обзор неисчислимого

---

\* Долгое время висмут считался самым тяжелым стабильным элементом. Но согласно новейшим исследованиям он является метастабильным с периодом полураспада около  $2 \cdot 10^{19}$  лет (Natur 422: 876-878; 24.04.2003).



множества веществ. И если сегодня насчитывается 109 элементов, то такого их обилия никто не ожидал, и следующим шагом стало желание подчинить их некому правилу, обратившись к понятиям трех элементарных частиц (протона, нейтрона, электрона); и на этом уровне было сделано множество открытий. Ученик переживает это как большой успех познания, если показать ему устройство периодической системы математически. Для этого мы сосчитаем количество элементов во всех семи периодах:

I	2
II	8
III	8
IV	18
V	18
VI	32
VII	19+x

При этом второй и третий, а также четвертый и пятый периоды являются, соответственно, одинаковыми по величине. Если представить себе, что седьмой период являлся бы завершенным, то он расширился бы до величины двойного периода, равного по размерам шестому. Затем мы переходим к рассмотрению численного ряда: 2\ 8\ 8\ 18\ 18\ 32\ 32. Уже эта последовательность удовлетворяет нашу потребность в порядке, симметрии, периодичности.

Эффект будет еще сильнее, если показать, что в основе этого ряда лежит общая закономерность:

$$\left. \begin{array}{l} 2=2*1^2 \\ 8=2*2^2 \\ 18=2*3^2 \\ 18=2*4^2 \end{array} \right\} 2*n^2 \text{ (n=1,2,3,4)}$$

Таким образом, материя — это не полный хаос. Она обладает упорядоченностью, которая поддается математическому описанию. Этот порядок вызывает большое удивление у десятиклассников.

Теперь, после знакомства с результатами таких расчетов, имеет смысл дать ученикам пройти с ними через ночь, и, на следующее утро, подойти к рассмотрению этой темы с другой стороны. И хотя в числовом ряду  $2*n$  прослеживается очевидная закономерность, она, все-таки, не совсем соответствует реальности: последний

естественный элемент последнего периода — уран, имеет порядковый номер 92, последний искусственный — майтнерий — 109; не хватает еще девяти элементов, последний из которых должен был бы быть благородным газом с порядковым номером 118. Однако, о них ничего неизвестно, так как радиоактивность всех элементов, стоящих в периодической системе после свинца, обуславливает их постоянный распад на более легкие.

Не только конец, но также и начало периодической системы не является завершенным. Так как при  $n=2, 3$  и  $4$  число периодов равно двум, то и при  $n=1$  оно, исходя из соображений симметрии, должно было бы быть таким же. Не смотря на общую закономерность, периодическая система все-таки не является завершенной — в начале и в конце она открыта. Материальный мир — это незамкнутый и несамодостаточный мир.

Когда я обсуждал эту проблему с учениками десятых или одиннадцатых классов, они каждый раз сами приходили к важному заключению: мир материи не является завершенным — он развивается. Материальный космос похож на распускающееся растение, которое уже утратило свои первые листья, но будущих побегов еще не показывает. Благодаря этому семнадцатилетние молодые люди получают знание, обладая которым они могут сами освободиться от догмы материального детерминизма, так как они уже не будут считать материю чем-то завершенным.

Только теперь возможность динамизировать такую физико-химическую картину мира будет оправданной. Часто, в конце эпохи, на мой вопрос о том, что же для учениц и учеников было самым значимым, я получал ответ: тот разговор о незавершенности периодической системы. И удивительно было то, что это происходило независимо от способностей отдельных ребят к естественным наукам. Ведь именно в этом возрасте их юное сознание начинает пробовать сформировать собственную картину мира.

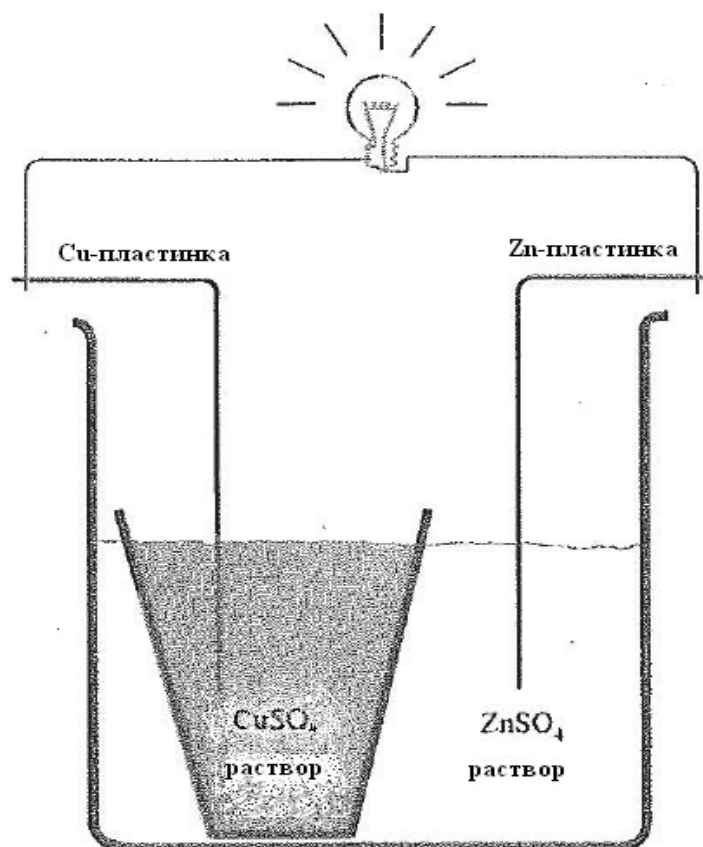
Затронутой здесь темой эволюции, в пятидесятых годах занялись физик и математик, антропософы Арнольд Бликле и Эрнст Биндель (Bindel & Blicke 1952). В своей, все еще актуальной с точки зрения науки статье, они также пишут и о связи числа элементов в периодах ( $2 \setminus 8 \setminus 18 \setminus 32$ ) с четырехчленностью, которая, как и многие ее проявления, явились результатом прошедших четырех эонов всего мирового процесса развития, состоящего из семи этапов, которые Рудольф Штайнер в 1913 году представил как четыре воплощения планетарного космоса. Поэтому и существует четыре царства природы, четыре стихии, четыре члена существа человека. Бликле и Биндель лишь рассматривают этапы возникновения элементов периодической системы в свете теории Пруста, которая говорит о том, что водород должен быть

древнейшим элементом, который к тому же является основой для всех остальных элементов. Похожие мысли есть также и в космогонических теориях современной астрофизики. Согласно им 99% всей космической материи представлено водородом. Но если посмотреть на современный космос как на одно из четырех его осуществившихся воплощений, то такой вариант рассмотрения упомянутых теорий станет намного более динамичным. В этом случае элементы восьмого и седьмого периодов представляют собой распадающиеся остатки самого раннего, древнейшего из эонов («Древний Сатурн»), в котором они пребывали в состоянии зарождения, то есть еще были легкими. И, соответственно, в нашей зоне, водород и гелий являются элементами, пребывающими в зародышевом состоянии, которые даруют живой природе энергию солнца.

Промежуточное положение занимают различные более развитые материальные структуры, которые появились во времена второго и третьего эонов. В этом состоит осознанный подход к химии, который подразумевает более широкий взгляд на мир и затрагивает глубокие вопросы.

### **Электрохимия и учение о химической связи**

Для того чтобы создать эмпирическую основу для знакомства с учением о химической связи, очень важно начать рассмотрение электрохимии, не считая обсуждения способов ее применения в технике (электрические батареи, электролиз, гальваника). При этом можно избежать формально-теоретического введения и предложить эксперименты, связанные с пра-феноменами. И поэтому, ниже будут представлены два из них. Сначала показывают, что электрический ток можно напрямую получить из определенных веществ, не подводя его к ним. Для этого собирают элемент Якоби-Даниэля:



Лампочка будет гореть, если в качестве внутреннего сосуда использовать закрытый снизу цветочный горшок из обожженной, неглазированной глины. В него наливают раствор сульфата меди (II), в стакан — раствор сульфата цинка и погружают в них пластинки соответствующих металлов. В ходе эксперимента медная пластинка становится тяжелее, а цинковая легче. После окончания опыта их можно взвесить. Это значит, что цинк переходит в раствор, выделяя электрический ток, а медь откладывается вследствие того, что принимает его. В растворенном состоянии цинк, медь и сульфат являются носителями зарядов, а значит, перемещаются (ионы)\*. Сульфат-ионы должны проходить через полупроницаемую мембрану, роль которой играют стенки глиняного горшка, так как внутри него возникает избыток, а снаружи недостаток этих ионов. При этом электрический контур можно рассматривать как нечто, замкнутое в кольцо. Так, через восприятие и мышление, можно непосредственно вывести основные понятия ионной химии.

Для повторения, и в то же время для феноменологического обобщения учебного материала, хорошо подходит опыт с электролизом разбавленного раствора сульфата натрия в U-образной трубке с платиновыми электродами (можно использовать также и

\* [От греческого «íón» — идущий — прим. переводчика.]



таких как медуница, незабудка или воробейник (*Lithospermum purpureo-coeruleum*): в активной фазе, пока цветок еще раскрывается, клеточный сок, содержащийся в его клетках, кислый, а лепестки венчика красные. В клетках полностью распустившегося цветка, который уже пребывает в состоянии покоя, клеточный сок приобретает основной характер, а венчик становится ярко синим.

В описанном выше опыте эти полярности и их усиление (образование полярных ионов и нейтральная вода между ними) становятся наглядными. В то же время понятно, что электрический ток может как появляться в ходе химических реакций, так и сам вызвать процессы химического обмена.

Гете с большим интересом следил за началом процесса становления электрохимии. Так в своем письме Генриху фон Требра (7.4.1812), в котором шла речь о Деберейнере, он писал: «Благодаря успехам гальванизма, опыт сам по себе стал теорией, и таким образом все идет уверенным и ясным ходом»; и самому Деберейнеру (26.12.1812): «Если никогда не терять великолепных духовных основ электрохимии, то и прочее тоже не сможет ускользнуть от нас».

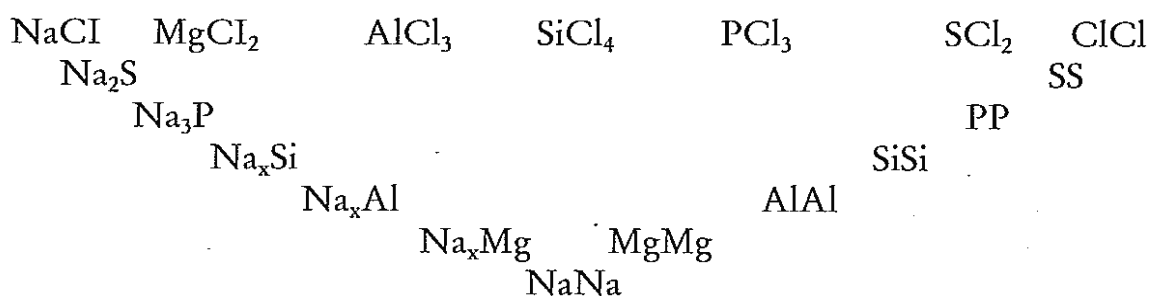
Аналитическую химию все еще занимал вопрос, что же за химические силы объединяют элементы в соединениях. Наибольшей наглядности в рассмотрении этого вопроса мы добьемся, используя периодическую систему, например, рассмотрим элементы третьего периода на основании свойств их соединений (Holleman & Wiberg 1995).

ионная связь  
связь

(гетерополярная)

ковалентная

(гомеополярная)



металлическая связь

При этом на передний план выступают три основных вида связи, и в то же время в поле нашего зрения оказываются и все переходные состояния между ними. Конечно,

становится понятно, что чистые гетерополярная и гомеополярная или металлическая связи являются проявлением крайних случаев. Переход от ионной связи к атомной будет также очевидным в следующем ряду:

Li F

Be O

B N

C C

Если посмотреть на химические свойства фторида лития, оксида бериллия, нитрида бора и углерода, то в этом ряду четко прослеживается ослабление качеств, присущих солям и усиление их способности к полимеризации. Для одного из полюсов этого ряда характерны быстро становящиеся электрически активными процессы диссоциации, которые происходят под действием воды; для другого полюса характерна склонность к процессам ассоциации, в результате которых образуются электронейтральные вещества.

Если рассматривать теоретическую концепцию видов химической связи, в глаза бросается то, что существование типичных неорганических соединений, таких как соли, кислоты и основания (то есть всех электролитов) проще всего объяснить обычным электростатическим притяжением противоположно заряженных ионов. Итак, этот вид химической связи можно объяснить простым электростатическим притяжением ионов, образовавшихся в результате того, что соответствующие атомы, стремясь к восьмиэлектронному состоянию внешнего энергетического уровня, отдают и принимают электроны (в корпускулярной форме). Но по мере того, как химическая связь приобретает все больше черт, характерных для ковалентной связи, что делает возможным образование полимеров, являющихся основой жизни, точное распределение электронов, представленных в виде частиц, прекращается. За счет чего же должны удерживаться вместе пары валентных электронов, если оба электрона имеют одинаковый заряд? Это можно объяснить пока только с точки зрения квантовой теории, то есть, используя допущения, противоречащие законам классической физики, такие как неопределенность пространственного вектора и импульса энергии. В этом случае можно задать не точные место и время, а только лишь вероятные, то есть потенциально возможные. Это находится за пределами точных представлений. Весьма интересно, что такие пограничные переживания становятся неизбежными именно тогда, когда мы пытаемся более динамично осмыслить то, что касается органических субстанций, а также биохимии живых организмов.

Еще в большей степени это относится к *мезомерии*, которой обладают почти все органические соединения, а именно к такому типу химической связи, который представляет собой нечто среднее между тем, что может быть описано двумя разными формулами с изображенными на них ковалентными связями. Так атом водорода,

входящий в состав карбоксильной группы связан сразу с двумя атомами кислорода. При этом ординарная связь между атомами водорода и кислорода распределяется на две половинные связи; и где при этом оказывается общая электронная пара? Будь то образование электронных пар или мезомерия — и в том и в другом случае мы имеем дело с квантовомеханическими представлениями, которые описывают не то, что можно обнаружить, а только лишь вероятные возможности. Волновая теория, которую применяют для описания тех же явлений, тоже рассматривает не фактические волны, а только их вероятное состояние.

Но мир веществ живой природы, как и вся жизнь вообще, в противоположность неорганическим электролитам, не поддается рациональному описанию, если рассматривать органические вещества просто как сумму корпускулярных единиц. Конечно, существуют также и минералы (особенно среди силикатов) с высокой степенью полимеризации веществ, входящих в их состав, но их существование совсем не будет выглядеть парадоксальным, если мы будем думать о них как об объектах «биохимии» Земли — геохимии «теллурической жизни».

В 1921 году Рудольф Штайнер, в присущей ему манере, говорил о «смягчении» жестких молекулярных представлений при переходе от кристаллических структур неорганических субстанций к внутреннему строению субстанций живой природы:

«Но здесь все время образуются вещества, которые в определенном смысле уже не всегда имеют внешнюю кристаллическую форму, но обладают внутренней конфигурацией. В новое время эту внутреннюю конфигурацию даже описали при помощи структурных формул в химии. [...] Но загадка состоит в следующем: чем более органической будет взаимосвязь веществ, тем менее они связываются друг с другом химически, тем хаотичнее они перемешиваются» (Steiner, GA 205: 88/89, 1.07.1921).

В живых организмах неорганическая субстанция освобождается от сил кристаллизации. При этом переход от ионогенной к допустимой с точки зрения теории хаоса и квантовой механики ковалентной связи рассматривается на качественном уровне. По поводу теоретического признания существования этого перехода на научном фронте того времени вплоть до тридцатых годов велись жаркие дискуссии. При этом шла речь об объективистском детерминизме Эйнштейна и о вероятностном индетерминизме Бора. Последний победил, а Эйнштейн все-таки признал то, что Уильям Брэгг выразил фразой: «Все, что уже произошло — это корпускулы, все, что произойдет в будущем — волны», и, что его сын Лоуренс Брэгг в 1970 году охарактеризовал так: «Движущееся вперед решето времени сгущает волны в частицы к моменту времени «сейчас»» (Clark 1973). Исходя из этого, становится ясно, что и



физическую реальность вещества тоже невозможно постичь без учета времени, так как и она представляет собой процесс сгущения того, что будет, в то, что есть.

Проблема, связанная с преподаванием этой темы на уроках химии в школе состоит в том, что сами учителя во время своего обучения не имели возможности понять содержание основ квантовой теории. Но что должен был бы, в принципе, знать учитель старших классов вальдорфской школы по этой теме? Вот необходимые требования. Если в ответ на дополнительные вопросы учеников двенадцатого и тринадцатого класса учитель может сказать только то, что он тоже не понимает сути теоретического обоснования стремления атомов к образованию октета электронов, ковалентной связи, явления мезомерии, строения бензольного кольца с позиции квантовой механики, но, что при этом, для того, чтобы сдать экзамен, ученики должны выучить значение этих слов наизусть, то это не будет иметь никакого смысла. И совсем не утешает тот факт, что в государственной школе с преподаванием данной темы на уроках химии дела обстоят точно также. Здесь должно произойти нечто, дающее возможность понять, по меньшей мере, начальные принципы того, что рассматривается в ее рамках, так как это было бы ценно именно с точки зрения педагогики Штайнера.

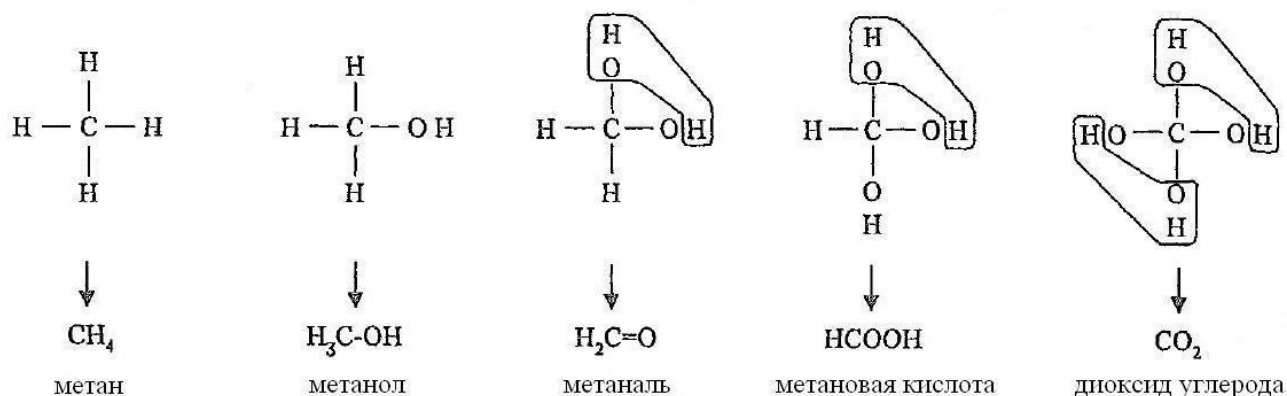
При этом исполнилось бы что-то из того, в чем еще сам Гете в свои последние годы видел цель существования химии будущего:

«Существованием этой науки (то есть учения о живой природе) мы во многом обязаны химику, который не смотрит на состав и структуру (организмов) и обращает внимание только на свойства веществ и их соотношение в смесях, и будем обязаны ему еще больше, так как новые открытия допускают тончайшее разделение и соединение, и можно надеяться на то, что через это мы приблизимся к пониманию бесконечно тонких функций тела живого организма. И как, благодаря точному наблюдению структуры мы получили анатомическую физиологию, так можем ожидать, что со временем также появится физическая химия, и хотелось бы, чтобы обе эти науки всегда развивались так, как если бы каждая из них должна была завершить начатое дело в одиночку». (Walder 1943:81\82)

Здесь, нас в первую очередь, интересует характер динамики разных типов химической связи, то есть их состояние в различные моменты времени. Именно в этом по-настоящему проявляется полярность между гетерополярными и гомеополярными связями. Ионы соединяются друг с другом так быстро, что скорость, с которой это происходит, невозможно измерить. Если смешать натриевую щелочь с соляной кислотой, то из большинства катионов водорода и гидроксид-анионов моментально

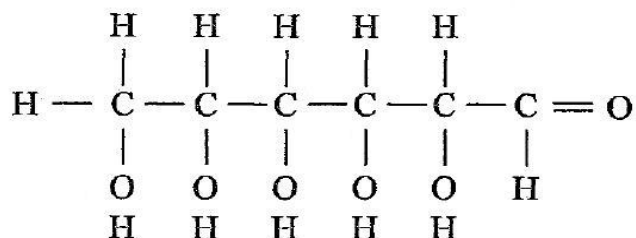
образуется вода. Связи между электронейтральными частицами (атомами и соответственно молекулярными группами вместо ионов) являются, в классическом случае, инертными. Древесный уголь, который остался от древнейших костров первобытных людей (образовавшийся более миллиона лет тому назад) еще до сих пор находят в геологических отложениях. Например, нефть, со времен прошлых геологических эпох (по Цехштайну: 250 млн. лет) сохранилась до наших дней практически неизменной. Даже в самых старых горных породах земли (возрастом 3,8 млрд. лет) находят графит, который наверняка появился уже в результате фотосинтеза (Pflug 1984). Соединения углерода вовлекаются в процессы, происходящие в живой природе, пройдя стадии гетерополяризации.

Если принять во внимание временной аспект, то, к примеру, ряды окисления алифатических углеводородов, рассмотрение которых является излюбленной темой, используемой в качестве введения в предмет органической химии, только теперь получают свое дальнейшее выражение. В качестве исходного пункта мы берем четыре стадии окисления простейшего органического соединения — метана, вплоть до диоксида углерода, обладающего наименьшей энергией.



Все связи в молекуле метана ковалентные и, поэтому без дополнительной энергии активации он является химически инертным веществом. Метанол обладает уже большей реакционной способностью, а метаналь повышенной. Но метановая (муравьиная) кислота уже может диссоциировать на ионы и, благодаря этому, как и образующиеся из диоксида углерода ионы угольной кислоты, вступать в молниеносно-быстрые ионные реакции. Если в обобщенной форме обсудить вопрос о пригодности рядов алканов, алканолов, алканалей и алкановых (карбоновых) кислот для жизни, то вскоре станет ясно следующее: если бы организм состоял только из веществ с ионными связями в молекулах, то химические реакции, происходящие в нем, завершились бы в кратчайшее время. Если бы он состоял только из веществ с

ковалентными связями, то необходимые химические процессы вообще бы не начались. В первом случае сразу же был бы достигнут самый низкий уровень энергии, и жизнь бы закончилась. Во втором — организм словно бы застыл в метастабильном состоянии с изначально заложенным высоким энергетическим потенциалом, и возможность начала каких-либо процессов была бы исключена. Исходя из этого, становится понятно, что в реальной жизни задействовано множество соединений, для которых характерны промежуточные уровни энергетического потенциала. Так, если в качестве носителя энергии взять не слишком длинную углеродную цепь с несколькими связанными с ней атомами водорода, несколькими спиртовыми группами, играющими роль частей, имеющих низкую реакционную способность и, по крайней мере, одной альдегидной группой, которая является компонентом, обладающим высокой реакционной способностью, при условии, что это вещество еще не переходит в ионную карбоновую кислоту, то получится одна из самых благоприятных для жизни субстанций: простой сахар — например, глюкоза, которая всегда образуется в результате фотосинтеза. Только теперь становится понятно, что многоатомный спирт, который в то же время представляет собой и одноатомный альдегид (или кетон), является таким важным метаболитом, потому что он — умеренная середина между связанными со временем полярными состояниями веществ.



В этой формуле должна и может быть отражена не только пространственная структура, но и жесты времени. Поэтому химическая кинетика относится к интереснейшим из направлений современной химии.

Аминокислоты, как основные структурные единицы белков, кроме того объединяют в себе основность и кислотность («цвиттер-ион»), а также, из-за наличия аминной и карбоксильной групп, обладают способностью к более быстрым реакциям, так как обе эти функциональные группы являются ионогенными — одна, благодаря принятию протона ( $\text{R-NH}_3^+$ ), другая — его отдаче ( $\text{R-COO}^-$ ). Неудивительно, что растение состоит преимущественно из углеводов, а подвижное животное из белков. Также будет интересно узнать, что такое благоприятное для жизни вещество, как вода, содержит в своих молекулах атомы водорода и кислорода, связанные между собой

преимущественно ковалентными связями; но это еще не все: слабая диссоциация воды на ионы ( $[H^+] * [OH^-] = 10^{-14}$ ) в первую очередь обуславливает ее реакционную способность, например, при образовании гидратов и, кроме того, ее качества как растворителя для всех растворимых в воде ионов. Благодаря тому, что в структуре воды преобладают ковалентные связи, с ее помощью можно замедлить многие из химических процессов, которые протекают слишком быстро, разбавив реакционную смесь. Тема химии воды не исчерпывается рассмотрением одного лишь градиента между гомео- и гетерополярными свойствами химической связи, так как именно в структуре этого вещества проявляется целый ряд других, более слабых связей; мы назовем только водородные мостики, образующиеся за счет дипольного взаимодействия ее электрически неравновесных (обладающих угловой формой) молекул или ван-дер-ваальсовы силы, которые можно рассматривать только с точки зрения квантовой теории. Благодаря тому, что вода располагает богатой гаммой типов связи, она может обуславливать множество тонкоструктурных форм и скоростей образования соединений, которые будут полезными для жизни. Каждый хороший химик знает, что вода — это нечто большее, чем  $(H_2O)_x$ .

Реакционная способность большинства физиологически активных органических веществ понижается после их конденсации (с выделением воды) до соединений, состоящих из больших длинноцепочечных молекул или полимеризации (без выделения воды): так глюкоза переходит в целлюлозу, N-ацетилглюкозамин в хитин, фенилпропаноиды в лигнин, уксусная кислота в жирные кислоты или изопреноиды, подобные каучуку, простые алканы в твердые парафины, аминокислоты в белки, включая склеропротеины (роговое вещество). Так образуются не только субстанции, создающие каркас живых организмов, но и вещества, служащие для сохранения энергии — такие, как крахмал, гемицеллюлозы, длинноцепочечные жиры и т. д. Все эти продукты поликонденсации и, соответственно полимеризации состоят из молекул, содержащих преимущественно ковалентные неполярные связи. Такие вещества имеют большой запас энергии и придают живым организмам структуру и массу. Вещества, которые могут быть полностью ионизированы, проявляют противоположные свойства. Они становятся физиологически активными не за счет ассоциации, а за счет диссоциации. Достигается не электрическая нейтральность, которая характерна для упомянутых полимеров, а электрическая поляризация. Там где эти вещества играют какую-либо роль в организме, осуществляются быстрые химические реакции, и они взаимодействуют до тех пор, пока в них не установится более низкий уровень энергии. Основой всех ритмов нервной системы является быстрое перемещение ионов.

Любой белок в живой клетке приобретает, благодаря ее цитоскелету, в структуре которого преобладают ковалентные связи, свою внутреннюю архитектуру, благодаря ионам, находящимся в цитозоле — свою химическую активность. Ведь в живом белке, в виде геля или золя, всегда проявлены оба эти качества в тесной кооперации друг с другом: длинная углеродная цепь получает в процессе своего образования энергетический потенциал, карбоксильная и аминогруппа, способные к слабой диссоциации на ионы, являются, в первом приближении, причиной начала каскада реакций расщепления, и, таким образом, они обновляют энергетический потенциал за счет высвобождения энергии. Но тому, что этот процесс может просто привести к образованию избытка солей во внутреннем содержимом клетки, препятствует то, что в молекулах большинства аминокислот аминогруппы расположены в  $\alpha$ -положении по отношению к карбоксильным группам. Не в снятии напряжения, а в его поддержании частичным (!) уравниванием состоит суть химических процессов, происходящих в живой природе. Итак, мы подходим к сравнению основных типов химической связи, противоположных по характеру:

гомеополярная		гетерополярные
= ковалентная связь	связи	= ионогенная
= атомная связь		= ионная связь
полимеризация		
= конденсация	строение	электролитическая
= ассоциация	молекул	диссоциация
энергетическое богатство	энергия	энергетическая бедность
образование органической массы		разрушение до
вплоть до веществ, образующих	обмен	низкомолекулярных,
каркас живых существ	веществ	соответственно неорганических
		веществ
образование тела в ходе жизни	формировани	прекращение жизненных
инкарнация	е	процессов
		экскарнация

Если мы рассмотрим эту полярность, исходя из антропософского понимания природы, то вскоре заметим, что здесь мы имеем дело с инструментами двух полярных

видов деятельности эфирного тела. С одной стороны эфирное тело живого существа отвечает за формирование его физического тела. Этот вид деятельности имеет прямое отношение к царству растений и, начиная с ранних этапов заселения Земли в Девонском периоде, усиливается и заметнее всего проявляется в процессе роста деревьев. Мамонтово дерево и эвкалипт являются на сегодняшний день самыми высокими организмами на Земле. Образование телесной массы у человека и животного можно также рассматривать, как «растение» в животном и «растение» в человеке. Процессы разрушения протекают, наоборот, за счет расщепления высокомолекулярных соединений до низкомолекулярных с высвобождением энергии. Именно это физиологическое расщепление дает возможность появиться душевной способности к ощущениям (Fortlage 1994). (Говоря о процессах расщепления, происходящих в растениях, Рудольф Штайнер указывает на их связь с чувственной жизнью не отдельного растения, а всего ландшафта, души Земли.(GA 60, 8.12.1910)). Для деятельности астрального тела необходимы быстрые ионные процессы. Из всего спектра ритмов человека самой высокой частотой обладают ритмы (Rosslenbroich 1994) нервной системы, обусловленные поляризацией и деполяризацией, происходящие за счет перемещения ионов  $\text{Na}^+$  /  $\text{K}^+$  в клеточных мембранах. В использовании ковалентных связей эфирное обращено к физическому, в использовании ионогенных процессов — к астральному. Двусторонность эфирного, в химии ярко выражается в антагонизме гомеоплярных и гетероплярных связей.

Также стоит рассмотреть переход к металлической связи и то, как связаны металлы в сплавах, комплексных соединениях и солях. Примечательным является уже тот факт, что большая часть химических элементов представлена именно металлами. Плавный переход от гетероплярной связи к металлической начинается с легких металлов и заканчивается благородными и связан с широким спектром их окислительно-восстановительных характеристик — на этом основана вся электрохимия. Следовательно, множество тяжелых металлов обладает свойствами, являющимися переходными между свойствами легких и благородных металлов. Эти тяжелые металлы обуславливают широкую цветовую гамму окраски своих соединений. Например, многие руды обязаны им своим красивым внешним видом. С точки зрения ядерной химии, такие металлы являются самыми стабильными и проявляют различные виды физиологической активности. В особенности это относится к их комплексным соединениям, которые в органической химии являются примером перехода к гомеоплярной связи.

Жизнь существует отнюдь не за счет одних лишь полярностей, ее неперменным

условием является усиленное подвижное взаимодействие между ними. Душевно мы самым непосредственным образом связаны с химией нашего тела через процесс питания. Что же является для нас самым приятным на вкус? Сахар — это субстанция, занимающая промежуточное положение, между крахмалом с одной стороны, и диоксидом углерода и водой с другой. Вещества, пребывающие в обоих пограничных состояниях, кажутся нам безвкусными, но при переходе из одного из этих состояний в другое образуются моно- и дисахариды! То же касается и белка. Исходные субстанции — углерод, водород, азот и вода не имеют вкуса и запаха. Также слабый вкус и запах имеют высококачественные белки, такие как яичный альбумин и необработанное мясо. Только лишь пребывая в промежуточных состояниях расщепления или образования, они обладают вкусом. Безвкусные растительные белки, которые применяются в производстве сухих бульонов, приобретают свой пряный вкус, в первую очередь, за счет их частичного ферментативного расщепления до аминокислот. Очищенные жиры и масла не имеют вкуса. Мы приправляем их при помощи ионов: например, сало солью, а масло для салатов уксусом. Эстеры, образованные жирными кислотами, молекулы которых содержат относительно короткие углеводородные остатки, и низшими спиртами, обладают великолепными фруктовыми ароматами, напоминающими запахи клубники, малины, персика, груши и банана. Здесь мы тоже сталкиваемся с явлением усиления химической активности в переходном состоянии веществ между высокомолекулярными субстанциями, образовавшимися в результате процессов синтеза, и низкомолекулярными, являющимися конечными продуктами процессов расщепления; и от тех и от других мы можем почувствовать немного. То, что Гете в своем «Учении о свете» в качестве пра-образа усиления между светом и тьмой представил как «пояс цветности», проявляется в мире веществ, как «химический пояс вкуса и запаха», находящийся между полярностями.

### **Химия, как реакция на формообразующие силы.**

Какие из химических реакций являются реакциями на формообразующие силы: чувствительное пламя, кристаллизация хлорида меди<sup>\*</sup>, восходящее изображение<sup>\*\*</sup>,

---

\* [Кристаллизация хлорида меди или биокристаллизация — антропософский метод исследования органических веществ, созданный Эренфридом Пфайфером. Суть этого метода заключается в том, что водный экстракт исследуемого вещества смешивается с раствором хлорида меди (II) и полученная смесь тонким слоем наносится на стеклянную пластинку для последующей кристаллизации при определенных условиях (температура, влажность воздуха и т. д.). Форма образовавшихся кристаллов сравнивается с формой кристаллов чистого хлорида меди (II). Этот метод применяется прежде всего для оценки качества продуктов биологических хозяйств. — прим. переводчика(источник: AnthroWiki,

капельное изображение\*\*\*? Ни один из лабораторных методов не выдержал даже благосклонной критики, касающейся высказанных ранее требований воспроизвести сверхчувственное. Кроме того, самые наполненные и обо многом говорящие явления — это образование ряда различных форм кристаллов хлорида меди и восходящих изображений, которое происходит, прежде всего, за счет органических примесей. Что касается получаемой в результате стандартизации всех параметров воспроизводимости, то она лучше всего может быть достигнута в образе кристаллизации хлорида меди. Повторяемость доходит до того, что можно получить характерно сформированные изображения также и в присутствии полностью синтетических полимеров (*Hummel* 1992). При получении восходящего изображения стандартизация ограничивается сортом бумаги, так как целлюлозные волокна, из которых она состоит, имеют различную длину, и, кроме того, каждая партия бумаги одного и того же сорта и одной и той же фирмы производителя всегда отличается от других. Поэтому современная тонкослойная хроматография на силикагеле обладает более достоверной воспроизводимостью.

Проблема научного обмена между людьми, проводящими экспериментальную работу с применением метода восходящего изображения, долгое время оставалась нерешенной. Такого обмена, в общем-то, почти и не было. Автор этих строк десять лет добивался того, чтобы это произошло, и в 1986 году на базе естественнонаучной секции в Дорнахе была организована встреча, предоставившая возможность непосредственно обмениваться информацией о работе в этом направлении. Результаты этой встречи представлены в № 46 «Элементов естественной науки» («Elemente der Naturwissenschaft») за 1987 год. При этом был сделан однозначный вывод, что при помощи экспериментальных методов, создающих образы\* обнаруживается не прямое

---

<http://wikim.anthroposophie.net/Kupferchloridkristallisation>.)]

\* [Метод «восходящего изображения» (Steigbildmethode) — антропософский метод исследования органических веществ, похожий на бумажную хроматографию; разработан Лили Колиско и Рудольфом Хаушкой. Суть этого метода заключается в том, что водный экстракт исследуемого вещества наносится на хроматографическую бумагу, благодаря капиллярным свойствам которой он распространяется по ней. Потом бумага высушивается и, при необходимости, изображение проявляется при помощи растворов неорганических солей. По полученному изображению восходящего движения жидкости оцениваются качества исследуемого вещества. Этот метод применяется прежде всего для оценки качества продуктов и лекарственных препаратов. — прим. переводчика (источник: AnthroWiki, <http://wikim.anthroposophie.net/Steigbildmethode>.)]

\*\*\* [Метод «капельного изображения» (Tropfbildmethode) — антропософский метод исследования воды, водных растворов и смесей. Разработан Теодором Швенком. Суть этого метода заключается в том, что тонкий слой, состоящий из смеси пробы воды с глицерином, на который через равные промежутки времени падают капли дистиллированной воды, за счет этого приводится в движение и возникающие в нем потоки фотографируются. Получаются изображения потоков различных форм. Метод используется для оценки характеристик движения различных вод. Все три перечисленных метода являются методами «создания образа», которые не являются аналитическими — прим. переводчика (источник: AnthroWiki, <http://wikim.anthroposophie.net/Tropfbildmethode>.)]

\* [Методы «создания образов» — антропософские методы определения качества органических субстанций,



воздействие формообразующих эфирных сил, а характеристика композиций веществ, которые были организованы этими силами в живом организме. В любом случае перед нами редуцированный феномен, так как для того, чтобы наблюдать его, соответствующее растение умерщвляется, измельчается, из него выдавливается сок, этот сок очищается, и, к тому же, выводится из целостного контекста жизни. Довольно трудно по картине кристаллизации восстановить идеальную взаимосвязь с соответствующим растением, его органами, временем, в которое оно было сорвано и т. д. Йохен Бокемюль был прав, когда говорил, что, рассматривая морфологию целого, живого растения, в динамике его превращений можно увидеть больше, чем при проведении любого лабораторного исследования.

Но и эти исследования имеют свою информационную ценность, если рассматривать их, как один из множества способов познания. По-новому подойти к работе с восходящими изображениями особенно хорошо удалось рабочей группе из исследовательской лаборатории фирмы «Wala», в которую входили Рут Мандера и Ганс Иоахим Штрю (Mandera 1987, Strüh 1987); они выявили три ярко выраженных типа изображений, которым были даны следующие названия:

«Рассеянный тип»

«Сахарный тип»

«Коллоидный тип».

При использовании этого метода можно наблюдать, насколько медленно — и, поэтому, распространяясь только в нижней части куска хроматографической бумаги — или же насколько умеренно или быстро и, соответственно, высоко, поднимается исследуемое вещество. При этом, исходя из вышеупомянутого гетеанистического метода рассмотрения учения о химической связи, скоро становится понятно, что коллоидный тип соответствует всем органическим субстанциям слизистой консистенции, которые имеют высокую степень поликонденсации или, соответственно, полимеризации, но еще плохо растворяются в воде. Обратная картина наблюдается в случае ионогенных веществ, например, антоцианов, придающих окраску плодам вишни. Они легко и быстро поднимаются по бумаге, и в результате появляется изображение рассеянного типа. Промежуточное положение занимают те уравновешенные субстанции, в которых гармонично и сбалансировано проявлены оба полюса. Примером таких веществ может быть сахар. Если фракции органических

---

водных растворов и смесей органических веществ, не являющиеся аналитическими. См. предыдущие примечания. — прим. переводчика (источник: AnthroWiki, [http://wikim.anthroposophie.net/Bildschaffende\\_Methode](http://wikim.anthroposophie.net/Bildschaffende_Methode).)]

субстанций не имеют собственной окраски, то их можно сделать видимыми, «развить», при помощи комплексных солей металлов. Это явление еще во времена Гете открыл Фридрих Фердинанд Рунге (1795-1867) (Harsch/Busseman 1985).

Такая интерпретация восходящего изображения органических веществ, в связи с разнообразием связей гомео- и гетерополярной природы, может встретить две диаметрально противоположные оценки. Первая — это разочарование, т. к. теперь стало явным то, что было бы лучше оставить не объясненным, а оправданием служит образ врага в лице материализма и рационализма. Другая оценка такова, что возможность объяснения не отвергается, а принимается для того, чтобы дополнить его на качественном уровне. Духовное не должно быть тем, что заполняет пустоты необъяснимого, а как раз наоборот: его выразительное отражение должно сиять в мире, в котором оно действует. Что говорил об этом первым вальдорфским учителям Рудольф Штайнер?

«Точно так же нельзя привыкать к представлению, которое очень любят люди, о том, что неизвестное является выражением духа. Не правда ли, люди говорят: О, это невозможно познать, здесь себя проявляет дух! Вместо того чтобы почувствовать, что дух можно познавать, что дух проявляет себя в материи, — люди предпочитают думать, что нечто, не поддающееся объяснению, является доказательством божественного» (Steiner, GA 300/I& 100, 26.9.1919).

Еще Фома Аквинский придерживался мысли, что духовный мир нельзя использовать в качестве «прибежища невежества», как *asylum ignorantiae*\*.

### **Динамическое равновесие**

Превращение всегда происходит в поле между противоположностями. Мы уже говорили, что идеальные ковалентные соединения также редки, как и чисто ионные. Большинство химических соединений пребывает в тех или иных промежуточных состояниях. Тем не менее, в процессе превращений они могут казаться статичными, но на самом деле это не так — в этот момент эти вещества находятся в состоянии *динамического* равновесия; можно вспомнить все буферные системы в биохимии внутриклеточных и внеклеточных процессов, или даже хотя бы один рН-буфер крови. В основе этого явления обязательно лежат промежуточные формы химических связей, которые присутствуют в структуре веществ, входящих в состав буферных систем,

---

\* [Asylum ignorantiae — от латинского «прибежище невежества» — прим. переводчика.]

особенно слабых кислот и слабых оснований. Благодаря этому, все карбоновые кислоты и амины обладают буферной активностью: если появляется избыток кислоты, то ее действие ослабляется, если избыток щелочи — ее действие смягчается. То, что в 1867 году обнаружили два норвежца: химик Петер Вааге (1833-1900) и математик Като Максимилиан Гульдберг (1836-1900), — и, что с тех пор называется сухим словосочетанием «закон действующих масс», точно описывает это явление. Название выбрано более чем неудачно, так как этот закон, как знает каждый из тех, кто его понимает, говорит не о действии масс, а о действии концентраций. Воздействие оказывает доля содержания вещества.

Но «закон действующих масс» сам по себе является лишь частным случаем одного всеобъемлющего принципа, который учитывает установление динамического равновесия также и в отношении энергии: *принципа Ле Шателье*. При воздействии повышенной энергии образуются преимущественно эндотермические соединения, и из-за этого ее количество уменьшается, при ничтожном воздействии энергии образуются преимущественно экзотермические соединения, которые ее высвобождают. Это касается не только химических, но также и физических процессов, даже если не считать химическими реакциями переходы веществ из одного агрегатного состояния в другое (которыми они, все-таки, являются, так как в этом случае тоже происходит перестройка структур молекул с участием связывающих сил, сопровождающаяся тепловыми эффектами, как и при большинстве химических реакций).

Все климатические явления подчиняются этому принципу. Под действием тепла происходят процессы связывания энергии, такие как плавление и испарение. При охлаждении тепло образуется в процессе конденсации или кристаллизации. Так, вода обладает способностью к установлению равновесия любым путем, и, именно благодаря этому, создает возможность для существования биосферы Земли. Так действует *принцип Ле Шателье* во всех равновесных процессах, и только лишь в процессе уравнивания полярностей, без достижения полного равновесия и может существовать жизнь. Равновесное состояние возможно только в случае смерти живого существа или в неживой природе, и поэтому принцип «уменьшения внешнего воздействия», в его математически описываемой форме, относится к химии и физике мертвого. Но здесь, этот принцип как в зеркале отражает нечто характерное для жизни: ведь она создает область *усиливающейся середины*, например, между полярностями связи; ведь только так она может проявить себя полностью. Не из сильных, а из слабых кислот делают буферные растворы. *Принцип Ле Шателье* можно было бы прямо назвать основополагающим биологическим законом, действующим в мире

физики и химии. Не происходит ли также и неорганика, со свойственными ей законами, от органики? Антропософское понимание эволюции отвечает на этот вопрос утвердительно.

Способность к непрерывному компенсационному выравниванию проявляется в области эфирного. Еще Гете открыл компенсационный принцип организмов. Ему подчиняется, к примеру, вся наша чувственная организация. Если мы смотрим на слишком яркий свет, глаз становится менее чувствительным и видит только относительно темные объекты. Но, гуляя ночью, мы можем воспринять даже самые слабые отблески света. Если мы видим зеленый цвет, то глаз становится чувствительным к красному; если фиолетовый, то к желтому. Когда мы выпрямляем конечности, мышцы-сгибатели приходят в состояние повышенной готовности и т. д. Восприятие цветных теней не является ни объективным, ни субъективным, это следствие физиологии наших органов чувств, а она, как и все эфирно-живое, пребывает по ту сторону объективности и субъективности и находится там, где переброшен мост над бездной этого дуализма души и тела, то есть в том, что их связывает: в жизни. Так, отражаясь в явлениях неживой природы, действуют закономерности принципа Ле Шателье, и, поэтому, он является неотъемлемой частью физического существования жизни.

## **Сtereoизомерия**

Открытие стереоизомерии, в особенности благодаря работам Якоба Гендрика Вант-Гоффа (1812-1895), Луи Пастера (1852-1911), Жозефа Ашиль Ле Беля (1847-1895), является одним из самых значимых открытий в биохимии: достойной внимания оказывается не столько структура субстанции, а в большей степени то, как она организована. Не только отдельные элементы, как таковые, но и соответствующие пространственные структуры их соединений являются решающим фактором, оказывающим влияние на свойства веществ. Первична не масса — основную роль играет структура. Таким образом, из простого материаловедения, которым она раньше и являлась, химия превратилась в морфологию молекул. Нельзя сказать, что структурная химия занимается только «теоретическим конструированием». Карты местности были у нас еще до появления спутниковой съемки, и мы, планируя любое путешествие, уже тогда могли им доверять. К тому же существуют соответствующие способы «съемки» морфологии молекул, которая делает воспринимаемым то, что теоретически уже было доказано. Первым вальдорфским учителям Штайнер советовал

начинать использование химических формул на уроках параллельно с рассмотрением пространственных формул (Steiner GA 300\111: 32).  $C_2H_6O$  может быть формулой как этилового спирта, так и диметилового эфира — двух совершенно разных веществ, имеющих одинаковый качественный и количественный состав. Более существенным является не сам материал, а то, как воплощена в нем каждая форма.

Самый впечатляющий феномен биохимической стереохимии — это хиральность. Физиологическая активность органической субстанции, не являющейся хиральной, вряд ли существенно зависит от направления, в котором она закручивает плоскость поляризованного света. Пастер открыл явление хиральности на примере правовращающей и, соответственно, левовращающей молочной кислоты. Ле Бель и Вант-Гофф независимо друг от друга обнаружили, что решающим фактором, определяющим оптическую активность вещества, является асимметрия четырех заместителей при атоме углерода. Наш нос в некоторых случаях может непосредственно почувствовать это отличие: правовращающая форма карвона тминного масла пахнет не так, как левовращающая форма, обладающая той же структурой, но с противоположной зеркальной симметрией: первая имеет запах тмина, вторая — колосистой мяты. При помощи двух поляризационных пленок можно увидеть макроскопическое проявление спиральной структуры молекул различных правовращающих (например, глюкозы, сахарозы) и левовращающих сахаров (например, фруктозы), просвечивая цилиндр, наполненный их растворами (такой прибор выпускает фирма «Wenger-Lehrmittel»). Все жизненно важные химические микроструктуры всегда асимметричны. Еще удивительнее, что это явление может найти отражение в симметрии тела живых организмов. Независимо от того, проявлена в них радиальная или билатеральная симметрия (например, морской еж или рыба), как правило, центральные жизненно важные органы обмена веществ имеют асимметричное устройство. В верхушке спирали раковин брюхоногих моллюсков расположена управляющая пищеварением средняя кишечная железа и большинство таких раковин завиты в правую сторону, как у виноградных улиток и всех улиток семейства гелицид (*helicinae*), однако, есть и такие представители этого класса, раковины которых завиты влево, как у большинства видов маленьких улиток семейства клаузилиид (*clausiliidae*).

В неорганической химии хиральность встречается очень редко (Schad 2000: 107). Тем удивительнее то, что горный хрусталь и родственные ему силикаты являются исключением. Последние составляют основную массу земной коры и известны нам как первичные горные породы (плутониты). Эта основная субстанция, расположенная в

непосредственной близости к биосфере Земли, сама по себе предрасположена к хиральности. Существует правовращающий и левовращающий кварц (Schad 1981a). Должен ли и он обладать физиологической активностью, которая к тому же будет различной для двух его хиральных форм?

Эта мысль понятна с точки зрения антропософии, если рассматривать каждый организм как нечто целостное, а также открытое. В своих «Основных чертах\*...» Штайнер, будучи еще студентом, задает вопрос: что в неорганическом мире является тем целым, что можно сравнивать с организмом? Ответ на него он видит не в каких-то частностях, а в «совокупности неорганического, как некоей системы»; этим целым может быть только весь космос (Steiner 1886). Так каждое отдельное живое существо, пока оно является единым целым, в определенной мере представляет собой миниатюрный образ всего космоса. Внешний космос представляется геометризованному обыденному сознанию однородным во всех направлениях. Штайнер противопоставляет этому представлению воззрение о том, что в космосе направления неравноценны, и если представить его геометрический образ, то он будет похож не на сферу, а на птичье яйцо (Steiner, GA 136: 11.4.1912; GA 205: 90/1, 1.7.1921). Эмбриологам известно, что ось тела цыпленка, во время его первичной закладки в яйце, ориентирована вдоль вертикальной оси яйца, но при этом на 70% смещена так, что если посмотреть на яйцо, расположив его тупым концом влево и острым вправо, то полюс головы будет отвернут от наблюдателя, а полюс хвоста повернут к нему. Итак, изначальное положение цыпленка в яйце всегда асимметрично, и направления, в которых сориентировано его тело, тоже распределены неодинаково. В том, что все высшие органические субстанции, образованные в ходе живого обмена веществ, асимметричны до мельчайших деталей, можно увидеть общее выражение космически целостной природы жизненных процессов.

Только в 1956 году, физики, при изучении  $\beta$ -распада, открыли асимметрию, присущую физическому миру (Lee u. Zang 1956). В 1997 году американские астрономы Нодленд и Ральстон экспериментальным путем обнаружили асимметричную спиральную структуру физической вселенной на основании изучения радиоизлучения 160-ти удаленных галактик, которое в преодолеваемом им пространстве изменяется неравномерно. До этого говорили об изотропии всех направлений пространства.

---

\* [«Основные черты теории познания гетеанстического мировоззрения, с особым вниманием к Шиллеру» («Grundlinien einer Erkenntnistheorie der Goetheschen Weltanschauung, mit besonderer Rücksicht auf Schiller») (1886) — прим. переводчика.]

Теперь становится ясно, что препарат «роговой кремний»\*, применяемый в биодинамическом сельском хозяйстве (который, между прочим, всегда готовят в асимметрично закрученном коровьем роге), является эффективнейшим препаратом, благодаря хиральной структуре кварца. Антропософский врач Отто Вольф (1921-2003) много лет назад догадывался об этом. В 1982 году вместе с Райнером Дитрихом я проводил первые опыты с опрыскиванием растений препаратами левовращающего и правовращающего кварца в экспериментальном саду института вальдорфской педагогики в Виттен-Аннене. У фасоли, подвергшейся воздействию правовращающего кварца, листья, как правило, были больше и имели более насыщенный зеленый цвет, чем у фасоли, обработанной препаратами левовращающего кварца. Госпожа Кристина Зенгер под эгидой профессора Вольфрама Ахтниха в рамках диссертации, в ходе работы над которой проводились опыты по возделыванию полей близ Геттингена, смогла подтвердить это предположение. Не смотря на многочисленные попытки, исследовательские круги, занимающиеся вопросами биодинамического сельского хозяйства, так до сих пор и не смогли прийти ни к каким окончательным выводам. Можно только удивляться гениальности методики Рудольфа Штайнера, согласно которой, для приготовления препарата рогового кремния, берется самый близкий к физиологии жизни минерал. В своих «Максимах и рефлексиях» (№ 705) Гете писал:

«Если бы природа в ее безжизненных началах не была такой основательно стереометричной, то, как бы в ней, в конце концов, смогла появиться жизнь, которую невозможно ни рассчитать, ни измерить?» Откуда только веймарский мудрец\* знал и об этом?

## Образ Божий в материи

Как-то Рудольф Штайнер сказал, что в будущем появится возможность выявить Деяния Христа во всем, вплоть до законов химии (*Steiner, GA 15: 66*). Тогда закончится

---

\* [Для приготовления препарата "роговой кремний" берут горный хрусталь, кристаллический кварц, кремь, ортоклаз или калийный полевой шпат и хорошо сформированные коровьи рога с большим количеством колец. Исходный материал, содержащий более 98% кремния перемалывают в мелкую как пыль муку. ... Вскоре после пасхи, эту муку смешивают с дождевой водой в жидкую кашу и наполняют ей коровьи рога. ... Через 24 часа после оседания муки часть воды сливают и снова до краев наполняют рог кремневой кашей. Когда кремневая масса затвердевает, отверстия рогов замазывают сырой землей и закапывают. Яма должна располагаться на открытом пространстве так, чтобы это место весь день освещалось солнцем. В конце сентября, начале октября, роговой кремний вынимают из земли и выдерживают всю зиму в роге или в стеклянном сосуде в сухом, освещенном солнцем, достаточно теплом месте. — прим. переводчика. (источник: Руководство по изготовлению биодинамических препаратов. Исследовательский круг биодинамического хозяйства в Дармштадте. 1981)]

\* [Гете — прим. переводчика.]

непримиримое противостояние спиритуализма и материализма. Зародыши будущего уже всегда есть в настоящем, как и в этом высказывании Рудольфа Штайнера. Не появилось ли чего-то подобного в содержании наук, изучающих неживую природу? Должно быть, они только начинают незаметно приближаться к этому. Что говорят ядерная физика и ядерная химия о тонком строении материи? Больше сотни элементов представляются в виде комбинаций явно меньшего количества элементарных частиц. Правда, с течением времени их число значительно возросло. Но каждой элементарной частице присущи, по крайней мере, три свойства, согласно которым ее можно охарактеризовать. Во-первых, это масса частицы, которая сосредоточена в ничтожно маленьком пространстве и, вместе с тем, окружена минимальным гравитационным полем. Кроме того, большинство элементарных частиц обладает определенным электрическим зарядом и, к тому же, соответственно, намного более сильным электрическим полем вокруг. Поля зарядов, в принципе, занимают неограниченное пространство (даже если поле быстро ослабляется пропорционально квадрату расстояния). Таковы принципиальные жесты полярностей в строении материи.

Но одними только массовым числом и величиной заряда характеристика элементарной частицы еще не ограничивается, полной она становится только после введения третьей, величины — спина. Спин — это асимметрический вращательный момент, в который входят как массовые, так и зарядовые ротации частиц. Он представляет собой связующий, ритмично варьирующийся признак, который является таким же основополагающим как масса и заряд. Только все три эти величины характеризуют каждую отдельно взятую элементарную частицу.

Подобный динамизм присутствует в конфигурации каждого атома. В ядре сосредоточены относительно массивные нуклоны, причем нейтроны увеличивают именно массу, но не заряд ядра. Они нужны для того, чтобы одинаково заряженные протоны не отталкивались друг от друга, то есть, чтобы исключить взаимодействие их одноименных зарядов. Атомная оболочка, напротив, состоит из обладающих малой массой и ярко выраженным отрицательным зарядом электронов, которые определяют силу поля в окружающем пространстве. В том, что находится между ядром и внешней оболочкой, атома, и обозначается неподходящим и слишком механистичным для этого случая словом «слои», происходит объяснимое только с точки зрения волновой теории ритмическое событие — «квантовые скачки». Базельский педагог Иоганн Якоб Бальмер (1825-1898), впервые в 1885 году открывший эту ритмическую последовательность в форме серии Бальмера в спектре атома водорода, увидел в обнаруженной им



зависимости выражение пифагореизма (см. также *Hagenbach*, 1941, *Hartmann* 1943).

То, что было сейчас описано, наверное, не нужно рассматривать подробнее. Теперь уже ясно, что все материальные структуры, если исходить из рассмотрения полярностей и усиления между ними, имеют, в конце концов, трехчленное устройство. Эта троичность, рассмотренная с точки зрения антропософски освещенного гетеизма, впервые придает остающейся все еще чересчур незначительной, до сих пор интересовавшей нас только с технической стороны, информации такую ценность, что она, все-таки, тоже может помочь человеческому самосознанию сориентироваться в законах окружающей его природы.

Гердер еще посмеялся над Гете: «Одним из самых смешных периодов в жизни гения, был период горнорабочего в Веймаре, когда в Ильменау должны были восстанавливать горные выработки; тогда человек был ничем, камень был всем. Гете увидел в организации гранита триединство Господне, которое могло бы явиться только через мистерию» (разговор с Фальком). Здесь Гердер имеет в виду сочинение Гете «О граните», которое стало результатом его геологических экспедиций. Но Рудольф Штайнер об этом сочинении говорил с большим почтением и рекомендовал его в «Дополнительном курсе» (GA 302: 36) для подготовки учителей:

«С настоящим чувством, нужно преподавать, прежде всего, историю, географию, геологию и т. п. Последняя в особенности интересна, если, преподавая ее, учителя имеют глубочайшее переживание находящихся под землей горных пород. Для этого можно было бы посоветовать каждому педагогу, как-нибудь, по-настоящему прочувствовать трактат Гете о граните, чтобы увидеть, как не только в одних лишь представлениях, но и всем человеческим существом персонифицированная природа, через праотца, через древний священный гранит, обращается к человеку. Потом это, конечно, должно распространиться на другое».

У Рудольфа Штайнера трехчленность гранита находит и терапевтическое применение для лечения трехчленного человеческого организма (*Steiner*, GA 349: 19, 17.2.1923).

В распоряжении Гете были достижения геологии того времени, в которые его посвятил вице-берг-гауптманн\* города Клаусталь-Целлерфельдера Генрих фон Требра, один из тех немногих, к кому он доверительно обращался на «ты». Кварц, слюда и полевой шпат уже в своем отношении к свету проявляют полярность прозрачности, отражения, а последний и цветное усиление. Все «Учение о цвете»

---

\* [Берг-гауптманн (нем. «Berg» — гора, «Hauptmann» — начальник) — высокий чин начальника горного дела, который был обязан осуществлять надзор за деятельностью нижестоящих чиновников; В Российской империи существовала аналогичная должность, соответствовала воинскому званию полковника. — прим. переводчика.]

является точно такой же попыткой представить одну из областей физики с позиции качеств троичности.

На сегодняшний день мы обладаем несоизмеримо большими, более точными, многообразными, дифференцированными знаниями почти обо всех явлениях природы. Однако, не ощущается того, что они имеют познавательную ценность *для людей*, или же того, что мы стали относиться к *природе* с **большим** пониманием и симпатией, ведь, **казалось бы**, образовательное сообщество, которое заинтересовано в духовности, предоставляет эту область естествознания самой себе, не интегрирует ее в культуру, а, лишь, как чистой воды редукционизм и материализм стискивает губы и воротит от всего этого нос. И, конечно же, все это не от лукавого — естественные науки исполнены доброго духа. Мы должны продолжать искать его. Методика существует давно, нужно лишь иметь желание найти ее. Кроме того, любая обособленная форма отчужденного от мира спиритуализма, из-за того, что он не выполняет свою задачу, сама является причиной появления по-настоящему упадочной, становящейся негативной формы материализма (*Steiner, GA 295: 167*). Такое трагичное положение вещей за несколько столетий уже вошло традицию, о которой говорилось во вступлении, и, от которой мы можем теперь отойти.

## Литература

*Аристотель*: Метафизика I, 2, 982b.

*Astromedia-Versand*, Katenbergerstraße 107, 45327 Essen. Katalog Nr. 22 (2004)

*Balmer, J. J.* (1885): Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Basel 7: 548ff.

- (1885) Annalen der Physik 25: 20ff.

*Bindel, E. & Blicke, A.* (1952): Zahlengesetze in der Stoffeswelt und in der Erdenentwicklung. Wachsmuth, G (Hrsg.), Beiträge zur Substanzforschung Bd. 1 (Hybernia). Dornach/Basel, Stuttgart

- (1967): Berührungsstellen zwischen Naturwissenschaft und Anthroposophie. Beiträge zu einer Erweiterung der Heilkunst nach geisteswissenschaftlichen Erkenntnissen 20 (4): 101-114.

*Blicke, A. & Bindel, E.* (1948): das periodische System der Elemente als Schöpfungsurkunde. Die Drei 18 (2/3): 90-107. Stuttgart

*Clark, R. W.* (1973): Albert Einstein. Leben und Werk, S. 250. (W. Heyne) München

*Cohen, E.* (1912): Jakobus Henricus van't Hoff. Sein Leben und Wirken. (Akadem. Verlagsgesellschaft) Leipzig

*Fortlage, C.* (1869): Acht psychologische Vorträge. 1. Kapitel: Über die Natur der Seele. Jena

*Galvani, A. L.* (1791): De viribus electricitatis in motu musculari commentarius

*Gehlig, R.* (1995): Selbstleuchten und Atmung. Tycho de Brahe-Jahrbuch für Goetheanismus. Niefern-Öschelbronn.

*Gleason, S.* (1960): Ultraviolet Guide to Minerals. (Ultra-Violet Products, Inc.) San Gabriel, California.

*Goethe, J. W.* (1831): Principes de Philosophie Zoologique. WA II 7: 188; HA 13: 233

*Hagenbach, A.* (1941): Johann Jakob Balmer. Fueter, E. (Hrsg.): Große Schweizer Forscher, S. 272-273. (Altantis) Zürich

*Harsch, G & Bussemas, H. H.* (1985): Bilder, die sich selber malen. Der Chemiker Runde und seine „Musterbilder für Freunde des Schönen“. (Du Mont) Köln

*Hartmann, L.* (1949): Johann Jakob Balmer. Physikalische Blätter 5: 11-14. Weinheim

*Holleman, A. F. & Wiberg, E.* (1955): Lehrbuch der anorganischen Chemie, S. 156/7. (de Gruyter) Berlin

*Hummel, R. E.* (1992): Liefert die Kupferchlorid-Kristallisations-Methode einen Nachweis für die Gestaltkräfte des Lebendigen? Elemente der Naturwissenschaft 57: 112-121. Dornach

*Krätz, Ö.* (1972): Zur Frühgeschichte des Periodensystems der Element. Rete 1: 145-166

- (1992): Goethe und die Naturwissenschaften. (Callwey) München
- Lee, T. D. u. Yang, C. N.* (1956) in *Phys. Rev.* 104: 254 f. Siehe auch: Wachtel, S. & Jendrusch, A., *Der Linksdrall in der Natur*, S. 158 ff. (dtv) München
- Lexikon der Chemie in drei Bänden* (1998): Bd. 1:465. (Spektrum) Heidelberg, Berlin.
- Lieber, W.* (1957): *Die Fluoreszenz von Mineralien. Der Aufschluß*, Sonderheft 5. Heidelberg.
- Mandera, R.* (1987): Gibt es einen Zugang zur Formensprache des Steigbildes? *Elemente der Naturwissenschaft* 46(1): 48-68. Dornach
- Mohr, C.*: *Anorganisches Grundpraktikum*. (Verlag Chemie) Weinheim 1954
- Nodland, B. & Ralston, J.* (1997): см. *Bild der Wissenschaft* 7: 10
- Okamoto, Y.*: см. „Senger (1987)“ в списке литературы.
- Pflug, H.* (1984): *Die Spur des Lebens*. (Springer) Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo
- Robbins, M.* (1983): *The collector's book of fluorescent minerals*. (van Nostrand Reinhold C.) New York etc.
- Roßlenbroich, B.* (1994): *Die rhythmische Organisation des Menschen. Aus der chronobiologischen Forschung*. (Verlag Freies Geistesleben) Stuttgart
- Schan, W.* (1973): *Vom Kristallezüchten*. (Mit Angelika von Kügelgen) В журнале: *Erziehungskunst* Jg. 37(5): 212-222. Stuttgart
- (1981a): *Bergkristalle — Thema mit Variationen*. В журнале: *Erziehungskunst* Jg. 45(1): 5-17. Stuttgart
- (1981b): *Vom Wesen der Substanzen in den Naturreichen*. *Weleda-Korrespondenzblätter für Ärzte (информация для врачей)* Nr. 103, 5. 6-23. Arlesheim/Schwäbisch Gmünd Dezember 1981.
- (1982): *Biologisches Denken*. *Schad, W.* (Hrg.): *Goetheanistische Naturwissenschaft* Bd. 1: 9-25. (Verlag Freies Geistesleben) Stuttgart
- (1998): *Zum Chemie-Unterricht in der Waldorfschule*. *Erziehungskunst* 62 (3): 264-277. Stuttgart 1998
- (2000): *Spiral-Asymmetrien bei Tier und Mensch. Tycho de Brahe — Jahrbuch für Goetheanismus 2000*: 93-110. Niefern-Öschelbronn
- (2004): *Materialismus und Postmaterialismus vom 19. bis 21. Jahrhundert*. Merkurstab.
- Schad, W. & Dietrich, R.* (1982): *Versuche an Stangenbohnen mit Rechts- und Linkskieselspritzungen am Institut für Waldorfpädagogik Witten-Annen*. (Не издано).
- Schmutz, H.-U.* (1986): *Die Tetraederstruktur der Erde*. (Verlag Freies Geistesleben) Stuttgart

- Schulz, M. F.* (1975): Luminiszenz von Mineralien und Gesteinen. Der Aufschluß 26:49 ff.  
Heidelberg
- Senger, C.* (1987): Auswirkungen biologisch-dynamischer Quarze auf Wachstum und Qualität verschiedener Kulturpflanzen. Dissertation Göttingen
- Spronsen, J. W. van* (1969): The Periodic System of Chemical Elements. A History of the First Hundred Years. (Elsevier) Amsterdam, London, New York
- Steiner, R.* (1886): Grundlinien der Goetheschen Weltanschauung, mit besonderer Rücksicht auf Schiller. Kapitel: Die unorganische Natur. (GA 2). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 2002
- (1905): Grundelemente der Esoterik (GA 93a). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1987
  - (1911): Die geistige Führung des Menschen und der Menschheit. Geisteswissenschaftliche Ergebnisse über die Menschheits-Entwicklung (GA 15). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1987
  - (1912): Die geistigen Wesenheiten in den Himmelskörpern und Naturreichen (GA 136). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1996
  - (1913): Die Geheimwissenschaft im Umriß. Kapitel: Die Weltentwicklung und der Mensch (GA 13). Dornach 1989
  - (1914): Der menschliche und der kosmische Gedanke (GA 151). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1990
  - (1917): Zeitgeschichtliche Betrachtungen. Das Karma der Unwahrhaftigkeit — Zweiter Teil (GA 174). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 2003
  - (1919a): Allgemeine Menschenkunde als Grundlage der Pädagogik [Общее учение о человеке как основа педагогики] (I) (GA 293). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1992
  - (1919b): Erziehungskunst. Seminarbesprechungen und Lehrplanvorträge (III) (GA 295). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1984
  - (1919-1924): Konferenzen mit den Lehrern der Freien Waldorfschule 1919 bis 1924 [Конференции с учителями свободной вальдорфской школы с 1919 по 1924]. Band III (GA 300/1-3). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1995
  - (1921a): Menschenwerden, Weltenseele und Weltengeist — Zweiter Teil: Der Mensch als geistiges Wesen im historischen Werdegang (GA 205). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1987
  - (1921b): Menschenerkenntnis und Unterrichtsgestaltung [Антропология и педагогика] (GA 302). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 1986
  - (1923): Vom Leben des Menschen und der Erde. Über das Wesen des Christentums

- (GA 349). (Rudolf Steiner Verlag) Dornach 2002
- Strüh, H.-J.* (1987): Grundlegende Phänomene bei der Ausbildung der Steigbildformen, Bildtypen und pharmazeutische Prozesse. *Elemente der Naturwissenschaft* 46(1): 22-47. Dornach
- Trueb, L. F.* (1996): Die chemischen Elemente. Ein Streifzug durch das Periodensystem. (Hirzel) Stuttgart, Leipzig
- Walden, P.* (1943): Goethe als Chemiker und Techniker. (Verlag Chemie) Berlin
- Wegener, A.* (1912): Die Entstehung der Kontinente. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, april'skiy vypusk: 185-195, mai'skiy vypusk: 253-256, iyun'skiy vypusk: 305-309. См. также *Rohrbach, K.* (1993): Alfred Wegener. (Verlag Freies Geistesleben) Stuttgart
- Wenger-Lehrmittel* Blütenhang 10, 78333 Stockach-Wahlwies, Fax 07771/3918:  
Оборудование для макроскопической демонстрации оптической активности сахаров и руководство по его эксплуатации. Заказ проспекта.
- Winkler, H. G. F.* (1955): Struktur und Eigenschaften der Kristalle. S. 222. (Springer) Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- Zeeck, A., Eick, S., Krone, B. & Schröder, K.* (1997): Chemie für Mediziner. (Urban & Schwarzenberg) München, Wien, Baltimore