

10. Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. -М.: Наука, 1982. -104 с., 1987
11. Жариков В.А., Омеляненко. Классификация метасоматитов //Метасоматизм и рудообразование. – М., 1978. С. 9-28
12. Казицын Ю.В. Метасоматизм в земной коре. – Л.: Наука, 1979. – 208 с.
13. Жданов В.А., Рундквист Д.В., Басков Е.А. Опыт систематики региональных метасоматитов и их рядов. Зап. ВМО. 1987. № 4, ч. 116. С. 408-416
14. Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов //Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М., 1955. С. 335-456
15. Глебовицкий В.А., Бушмин С.А. Послемигматитовый метасоматоз. – Л., 1983. – 127 с.
16. Гродницкий Л.Л. Гранитные пегматиты Балтийского щита. – Л.: Наука, 1982. – 294 с.
17. Сорохтин О.Г., Митрофанов Ф.П., Сорохтин Н.О. Происхождение алмазов и перспективы алмазоносности восточной части Балтийского щита. – Апатиты: Изд-во Кол НЦ РАН, 1995. – 144 с.
18. Щитцов В.В., Цюнь О.В., Желдаков Ю.А. Распределение U-Th-Pb и редкометалльных элементов в апатитах Карелии // Минералогический журнал, 1991, т.13, № 4. С.92-98
19. Edu G.H. Abundance and distribution of the rare-earth and ittrium in the rocks and minerals of the Oka carbonate complex // Geochim et Cosmochim / Acta. 1975. V. 75, № 1. P. 81-85
20. Самойлов В.С. Генетические типы и фации карбонатитов. // Метасоматизм и рудообразование. – М.: Наука, 1974. С. 196-204
21. Бархатов А.В., Скамницкая Л.С. Технологическая оценка обогатимости апатитовых руд Райвямьского, Койвямьского щелочного массива (западное Приладожье). // Геология и полезные ископаемые Карелии: – Петрозаводск, Кар НЦ РАН, 1980. С. 46-48
22. Технологические исследования карбонатитов Тикшезерского массива/ Бархатов А.В., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П. и др.// Минеральное сырье Лоухского района. – Петрозаводск, 1991. С.20-35.р.

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ ТАБЛИЦЫ МЕНДЕЛЕЕВА

Р.В.Галулин

Институт кристаллографии РАН

Введение. Кристаллографическая картина мира

Среди всех естественных объектов однозначной самосборкой обладают только кристаллы. По этой причине кристаллография не обобщаема. На ее основе возможно построить свою, кристаллографическую картину мира [1], альтернативную физическим картинам. 7-ой том Фейнмановских лекций по физике начинается со следующей мысли: «Если атомы где-то разместились так, что их расположения отвечают самой низкой энергии, то в другом месте атомы создадут такое же расположение. Поэтому в твердом веществе расположение атомов повторяется». Если это рассуждение Фейнмана уточнить теоремой М.И.Штогринна [5], то рассматриваемое расположение атомов будет кристаллической структурой. Обратим внимание на то, что минимум энергии в данном случае однозначно связывается с кристаллическими структурами, т.е. с правильными системами атомов. Для возникновения кристаллических структур достаточно учитывать только фиксированное число кратчайших химических связей [6]. «Кристаллография – часть химии» как гениально отметил Фридрих Энгельс. Любой ее шаг реально ощутим, поскольку связан с понятием правильности.

«Человечество всегда и во всем ищет правильности» – так начал свою самую первую рукопись гений Российской науки Е.С.Федоров (1853-1919) [7]. Поэтому уже в школьном образовании должен первенствовать кристалл, который своим видом доказывает правильность окружающего мира. Правильные многогранники – это математические абстракции, приучающие к правильному мышлению. Это единственный путь для изучения дискретного мира.

Современные идеи дискретного мира сформировали Федоров и французский гений Анри Пуанкаре (1854-1912), вдохнувший жизнь в геометрию Бояи-Лобачевского (Фуксовы группы, группы Лоренца [8, 9]). Кристаллография – наука о правильностях, что делает ее похожей на искусство. Взгляд на любую проблему с точки зрения правильности всегда открывает в ней новые перспективы. Ниже будет представлен кристаллографический взгляд на таблицу Менделеева, идея которого принадлежит Федорову. В виде рукописи он ее представил Д.И.Менделееву в 1880 году. Но Менделеев не обратил должного внимания на эту рукопись, и она была напечатана только через 75 лет [7]. В настоящее время существует мнение, что физическая суть таблицы Менделеева может быть выявлена только с помощью Квантовой механики [10]. Но тщательное изучение вышеупомянутой рукописи Федорова привело автора данной работы к мысли, что Федоров уже готов был к открытию этой сути. Только невозможность провести ряд экспериментов помешала Федорову заявить об открытии им электрона [11]. А суть его уже была ухвачена [7] в 1880 году, за 17 лет до соответствующей работы Дж. Дж.Томсона.

1. Правильные системы точек

Кристаллография в самом абстрактном представлении – это наука о правильных системах точек.

Определение 1.1. Система точек называется правильной, если каждая точка системы окружена одинаково всеми другими ее точками.

Лемма 1.1. Правильные системы точек могут быть только в пространствах постоянной кривизны: евклидовом (кривизна равна нулю), сферическом (кривизна положительная), гиперболическом (кривизна отрицательная).

С каждой правильностью связан свой закон сохранения [12]. Правильным атомным расположениям соответствует закон одинаковости атомов [13].

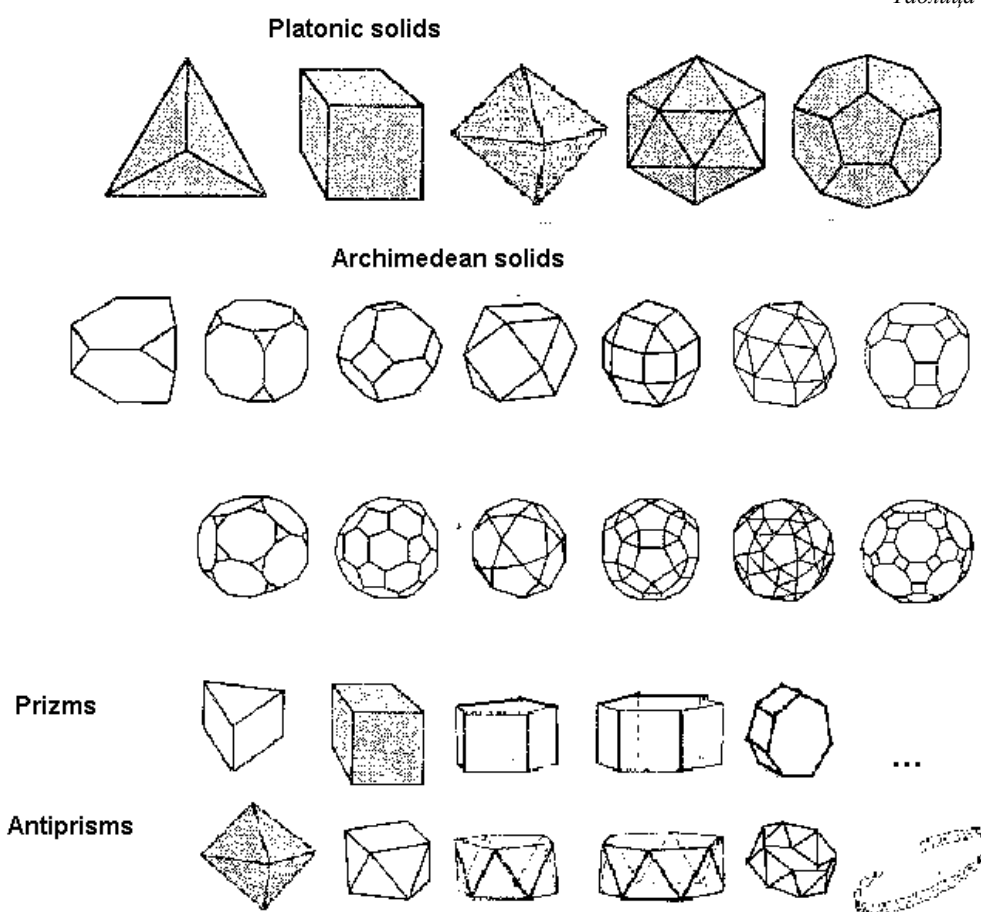
Лемма 1.2. Только в кристалле атомы могут быть абсолютно неразличимыми.

2. Сферические правильные системы

Лемма 2.1. Одномерные сферические правильные системы исчерпываются правильными и полуправильными многоугольниками.

Лемма 2.2. Двумерные сферические правильные системы исчерпываются совокупностями вершин тел Платона, тел Архимеда и двумя бесконечными сериями призм и антипризм (правильные и полуправильные изогоны [1]) (табл.1).

Таблица 1



Теорема 2.1. На сфере устойчивы только правильные конфигурации электронов (изогоны).

Квазикристаллические расположения кулоновских зарядов, полученные прямыми расчетами от одного до ста [14] (рис. 1), для электронов неустойчивы, поскольку нигде не встречены.

3. Простейшая Таблица Менделеева

Если первые 120 элементов Таблицы Менделеева выстроить в один ряд в порядке возрастания их атомных номеров, то легко заметить следующую особенность: щелочной и щелочноземельный элементы в этом ряду располагаются попарно. Эти пары разбивают исходный ряд на отрезки длиной в 2, 2, 8, 8, 18, 18, 32, 32 элементов. Выпишем отрезки одинаковой длины друг под другом в порядке возрастания атомных номеров. Так получаются четыре прямоугольные таблицы: 2×8 , 6×6 , 10×4 , 14×2 . Эти таблицы однозначно объединяются в Таблицу Менделеева (табл. 2):

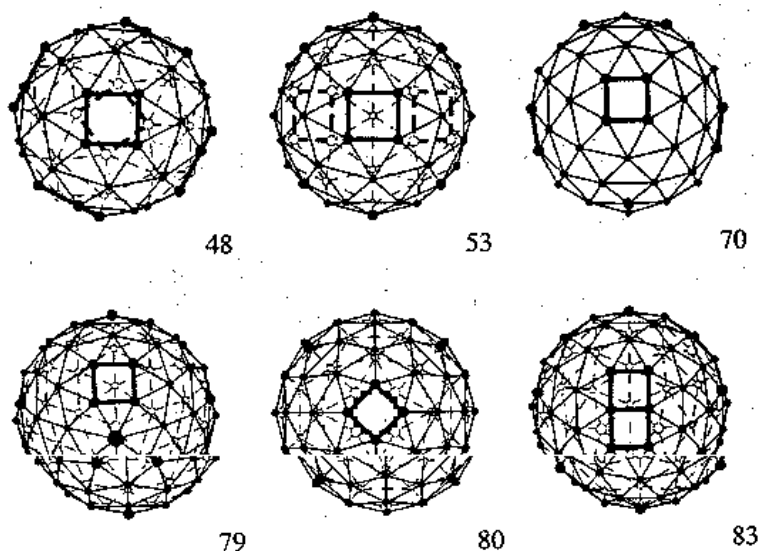


Рис. 1. Квазикристаллические расположения кулоновских зарядов

Таблица 2

																		1	2																	
																		H	He	I																
																		3	4																	
																		Li	Be	II																
																		5	6	7	8	9	10	11	12											
																		B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	III										
																		13	14	15	16	17	18	19	20											
																		Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	IV										
																		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
																		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	V
																		39	44	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
																		Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba	VI
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88					
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	VII				
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120					
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt											VIII					

4. Физический смысл периодов Таблицы Менделеева

Определение 4.1. Строки Таблицы Менделеева называют ее периодами.

Обозначают периоды порядковыми номерами этих строк. На заре становления спектроскопии было установлено, что среди спектров возбужденных атомов водорода выделяются серия Лаймана (ультрафиолетовая, соответствует переходам электрона с любого периода на первый), серия Бальмера (видимый свет, соответствует переходам на 2-й период), серия Пашена (инфракрасная, соответствует переходам на третий период), серия Брэккета (соответствует переходам на 4-й период).

Таким образом, упорядочение спектроскопических данных элементарно получается из Таблицы Менделеева без квантовой механики, как это принято считать [11].

В настоящее время появились работы о том, что электрон атома водорода может находиться и ниже первого периода [15], что пока не вяжется ни с Таблицей Менделеева, ни с квантовой механикой.

5. Физический смысл прямоугольников Таблицы Менделеева

В 1880-м году никому тогда неизвестный Е.С.Федоров писал в первой своей рукописи, которая 75 лет пролежала в архиве Менделеева [7]:

«На поверхности атома находятся частицы, ответственные за его химические связи, располагаются они правильно и не всякое число частиц допустимо». Исходя из этих положений Федорова и особенностей строения Таблицы Менделеева (отрезки элементов длиной 2, 6, 10, 14), нетрудно заметить, что выше приведенный вариант Таблицы Менделеева делится на 4 прямоугольника, элементы которых были названы: s-, p-, d-, и f-элементами. У s-элементов электронная орбиталь состоит из 2-х правильно расположенных вакансий, у p-элементов – из 6, у d-элементов из 10, у f-элементов – из 14. По этой причине у p-элементов должна быть ось 3-

го порядка, у d-элементов – ось 5-го порядка, у f-элементов – ось 7-го порядка. Вследствие осей 5-го и 7-го порядков, d- и f-элементы не могут прямо входить в кристаллы. Они должны перестроить свои электронные оболочки. С этим и связана их рассеянность и редкость.

Теорема 5.1. Каждый атом из первых 120 элементов состоит из бесконечного числа уровней с числом вакансий для электронов 2, 6, 10, 14.

Теорема Т.Ф.Веремейчик. Гибридизация 6s и 6d орбиталей у атомов ртути дает правильную икосаэдрическую орбиталь.

Икосаэдр не образует правильного разбиения евклидова пространства, он не стереоэдр. Это в какой-то степени объясняет жидкое состояние ртути при комнатных условиях.

6. Ридберговские атомы

Определение 6.1. Электронной формулой химического элемента называется последовательное (по Таблице Менделеева) перечисление заполненных и частично заполненных электронных орбиталей [16].

Определение 6.2. Атомы с пустыми промежуточными орбиталями называются Ридберговскими [17].

В космическом вакууме Ридберговские атомы могут быть сколь угодно больших размеров. Нуклонные звезды, возможно, и есть скопления ядер ридберговских атомов, электронные оболочки которых разбросаны по всей галактике. Но они возможны и при сверхвысоких давлениях, способствующих гибридизации электронных орбиталей, и в пределе превращающих их в антипризмы. Для описания возможных состояний атомов только на земном шаре нужно, по крайней мере, семь разных Таблиц Менделеева, которые будут принципиально отличаться друг от друга электронными формулами химических элементов: для атмосферы, для гидросферы, для литосферы, для верхней мантии, для нижней мантии, для жидкой части земного ядра, для твердой части Земного ядра. По этой причине в Таблицу Менделеева не следует вводить электронные формулы.

Таблица Менделеева представляет общую структуру каждого химического элемента, а не ее перестройки в зависимости от конкретных ситуаций.

7. Евклидовы правильные системы

Выше были рассмотрены правильные системы электронов на сфере, что является сутью Таблицы Менделеева. Но ее законы распространяются и на атомные структуры ее элементов.

Определение 7.1. Полная совокупность преобразований симметрии, переводящих правильную систему в себя, называется Федоровской группой.

Федоровская группа имеет и другие, альтернативные определения.

Определение 7.2. Федоровской группой называется дискретная группа с конечной независимой областью. Ниже будут существенно использованы оба эти определения.

Все различные правильные системы точек евклидовых пространств любых размерностей порождаются Федоровскими группами. Федоровские группы – единственный критерий, отличающий кристаллические атомные образования от некристаллических.

Имеется только два типа правильных систем на прямой: решетка и бирешетка. На плоскости имеется 17 разных Федоровских групп, которые порождают 72 различных позиций Уайкова двумерных правильных систем (табл.3). Вывод этих групп начал К.Жордан, закончил Е.С.Федоров. Но все они использовались в живописи арабами [18,19]. В настоящее время эти 17 групп уже внедряются в школьные учебники геометрии [20, рис. 289], а в Internet имеется программа, составленная геометрами Будапештского политехнического университета, рисующая правильные узоры, генерирующая все правильные системы точек на евклидовой плоскости и соответствующие им планигоны [21]. Аналогично, на плоскости Лобачевского правильное разбиение образуют правильные многоугольники любого порядка.

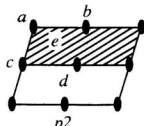
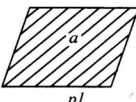
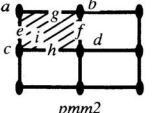
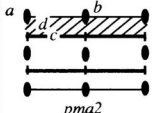
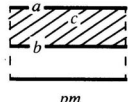
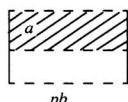
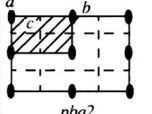
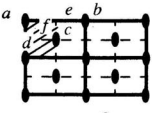
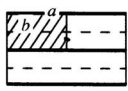
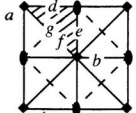
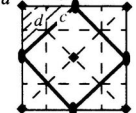
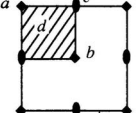
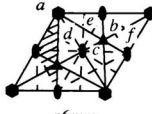
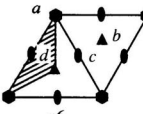
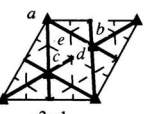
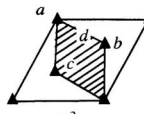
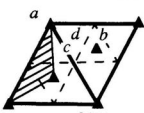
В случае 3-мерного пространства имеется 219 абстрактно различных групп, которые порождают 1730 различных позиций Уайкова [22].

8. Правильные структуры

При объединении атомов в правильную структуру работает только одно правило: атом так окружает себя другими атомами, чтобы все электронные оболочки с общими электронными парами соответствовали многогранникам, содержащимся в вышеприведенной таблице, либо были s-оболочками. Геометрически это означает, что пространство разбивается на вышеприведенные многогранники так, что их вершины образуют правильную систему точек. Существует 28 таких разбиений (разбиения Андреини, табл.4).

9. Кристаллография электрического тока

По вершинам разбиений Андреини и перемещаются электроны, т.е. течет электрический ток [23]. А вследствие принципа неопределенности, они могут перескакивать в соседние позиции.

Голоэдри		Гемиздри			Тетартоэдри
симморфные	несимморфные	осевые	планальные симморфные	планальная несимморфная	
					
					
					
					
					
					
					

Теорема 8.1. В двумерном случае все комбинаторно различные правильные сетки представлены в таблице 5.

Они были найдены выдающимся кристаллографом А.В.Шубниковым (1887-1970) [24].

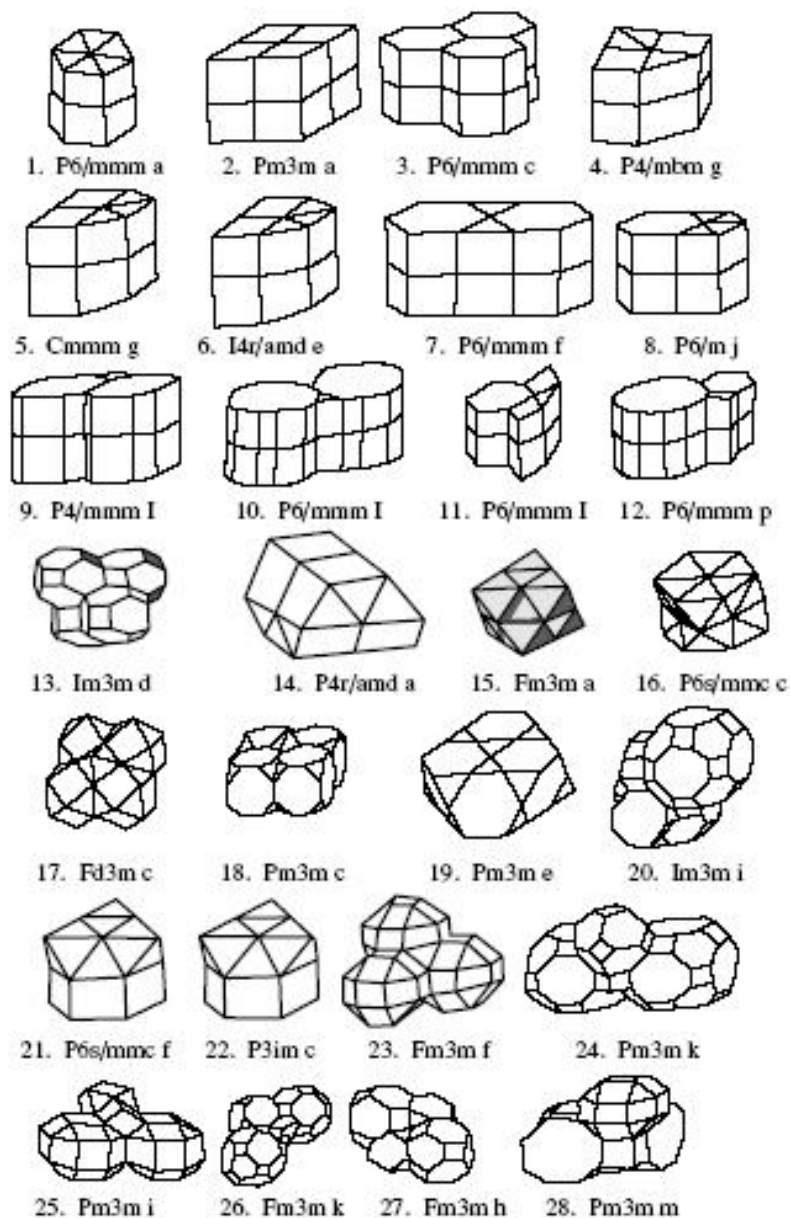
10. Что такое нанокристалл?

Каждый атом может быть представлен независимыми областями кристаллических структур, в которых он может закристаллизоваться. Склейка этой независимой области по эквивалентным точкам границы приводит к представлению отдельных атомов и их конечных совокупностей (кластеров) компактными локально-евклидовыми многообразиями [25]. Когда объект замыкается в такое многообразие, он теряет связь со всем окружающим миром, становится самодостаточным, не имеет поверхности, т.е. он в каком-то смысле исчезает. Таковы, например, заполненные атомные орбитали, которые не взаимодействуют между собой. Таковыми являются нанокристаллы. С этим связана их сверхтекучесть, сверхпроводимость. Заметим, что независимая область группы выбирается многими различными способами, но многообразие по ней восстанавливается однозначно.

Физическая осуществимость такой склейки уже доказана экспериментально. В двумерном случае это будут: тор, лента Мебиуса, бутылка Клейна и их аналоги с особыми точками.

Путем образования нанокристаллов удовлетворяется стремление атомов быть правильными и в конечных совокупностях. Линейные цепочки атомов (одномерные линейные кристаллы) всегда стараются развалиться на кольца (одномерные сферические кристаллы). Так, например, образуются сажи из карбинов.

Таблица 4



11. Вселенная как нанокристалл

В последнее время склоняются к мысли, что Вселенная ограничена и ее диаметр составляет 75 миллиардов световых лет. Сама же Вселенная представляет компактное локально-евклидовое многообразие, построенное на додекаэдре, т.е. похожа на d -атомы. Таким образом, **Вселенная и атом топологически сходны**.

Получается, что Таблица Менделеева есть одновременно и классификация всех различных типов Вселенных. В этом и состоит ее фундаментальная значимость.

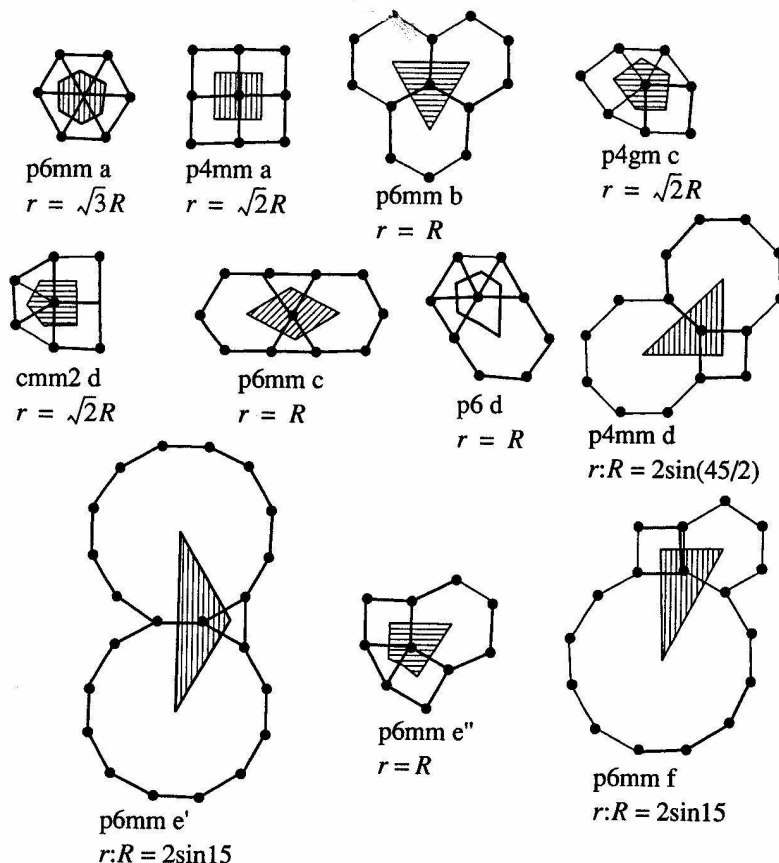
Следует отметить, что Вселенная в виде многообразия, построенного на додекаэдре, впервые была предсказана Пуанкаре. Возможно, эта мысль, как и ряд других (Фуксовы группы, группы Лоренца и др.), появились у Пуанкаре благодаря солидной кристаллографической подготовке.

Нанокристаллами являются также атомы с заполненными электронными орбиталями, включая и Ридберговские атомы, фуллерены, слоистые фуллерены (онионы). Так на микроуровне осуществляется стремление материи к кристаллическому состоянию. Это стремление материи по сути дела определяет новую физику – в открытых системах материя стремится не к хаосу, а к идеальному порядку, который может быть воплощен только в кристаллах (евклидовых, сферических, гиперболических). Зарождение кристалла – это стремление частиц образовать нанокристалл. Рост кристалла – это стремление кристалла скомпенсировать свои связи на поверхности. Как было отмечено А.А.Власовым, кристаллизация меняет кривизну пространства [26].

12. Атомное ядро. Симметрия атомного ядра должна совпадать с симметрией электронных орбиталей. Но это совсем не означает, что протоны располагаются по таким же правильным системам, что и электроны. Для изучения этого вопроса надо строить модели устойчивых изотопов (число нейтронов для каждого устойчивого изотопа и процентное содержание этого изотопа). Максимум числа устойчивых изотопов приходится на олово (10), ксенон (9) и кадмий (8).

Обратим также внимание на следующий факт: 23 элемента имеют только один устойчивый изотоп и в 21-м из них число протонов нечетно. Это, возможно, связано с тем обстоятельством, что при нечетном числе протонов имеется возможность одному из протонов располагаться в центре ядра.

Таблица 5



13. Все должно превратиться в кристаллы

Выдающийся минералог, организатор наук и производств (он открыл и довел до добычи крупнейшее в мире месторождение апатитов в Хибинах), академик А.Е.Ферсман сказал на похоронах Федорова: «Все, что не кристаллично, не прочно и должно превратиться в кристаллы. Кристаллы, это то идеальное состояние вещества, тот глубокий внутренний порядок, к которому стремится природа» [27]. Поэтому кристаллизация и является движущей силой всех космических процессов, начиная от движения электронов.

Как это следует из Таблицы Менделеева, устойчивому состоянию электронов на сфере соответствуют их расположения по вершинам правильных и полуправильных изогонов. Ими наглядно и представляются электронные орбитали. Такое представление хорошо согласуется с волной де Бройля, пучности которой совпадают с вершинами правильных призм и антипризм.

При низшем энергетическом состоянии 120 первых элементов бесконечной Таблицы Менделеева по своей симметрии распадаются на 4 типа (элементы, заключенные между жирными столбцами вышеприведенной Таблицы 2): отрезок (как одномерная антипризма), тригональная антипризма, пентагональная антипризма и гептагональная антипризма.

14. Земля тоже идет по пути кристаллизации

Образование галактик, звездных систем, формирование планет и месторождений полезных ископаемых на этих планетах – звенья этого глобального процесса.

Земля в целом тоже может быть рассмотрена как кристалл, возникший при распаде газопылевого облака в результате нелинейного движения его частиц по законам фрактала Мандельброта [28].

Земное ядро – глобальный аттрактор этого фрактала и к нему с разной скоростью стремятся все частицы. Гравитация только одна из составляющих этого нелинейного процесса, работавшая эффективно на первых этапах формирования Земли. Когда Земля сконденсировалась до жидкого состояния [29], гравитация начала уступать место диффузии. Состав ядра менялся в процессе развития Земли. Сначала ядро состояло из тяжелых элементов: актинидов, платины, золота, железа. При превалировании трех последних элементов ядро приобрело икосаэдрическую симметрию (собственную симметрию атомов d-элементов в их наиболее устойчивом состоянии, см. ниже). Затем гравитацию сменила диффузия, при которой резко увеличилось процентное содержание атомов углерода, достигших земного ядра.

Поскольку при достижении атомами аттрактора, он для них становится репеллером (точкой отталкивания), то достигшие аттрактора атомы рассеиваются. В ядре земли задерживаются только те элементы, которые могут образовать более прочные связи между собой. Так, ядро обогащается алмазоподобными модификациями углеродных структур (алмаз, лонсдейлит и др.).

Рассеянные элементы, двигаясь по нелинейным законам, в свою очередь тоже образуют фрактальные структуры. Крупные месторождения, связанные с этими структурами, вследствие масштабной инвариантности фрактала Мандельброта, тоже могут иметь мандельбротоподобную структуру. Рассказы о том, что по форме самородка опытные старатели определяли контуры всего месторождения, могут оказаться и математически обоснованными.

Каждый аттрактор потенциально является центром кристаллизации, и одинаковые атомы в одинаковом энергетическом состоянии с незаполненными валентными оболочками имеют возможность образовать кристалл. Не кристаллизующиеся в данных условиях атомы (например, водород), продувая земное ядро, вследствие тех же нелинейных движений, неоднократно возвращаются к нему. В ядре земли водород в присутствии железа соединяется с углеродом, образуя простейшие углеводороды [30], которые в земной коре поедаются простейшими организмами. Так объединяются концепции органического и неорганического (предложенного Д.И.Менделеевым) происхождения нефти.

Идеальным местом для скопления нефти и газа являются купола из доломитовой муки, образование которой можно объяснить чисто кристаллографически. При доломитизации известняков последние (при определенном соотношении Са и Mg в структуре) рассыпаются в мелкий порошок, поскольку кальциевые сетки в структуре кальцита деформируются в форму обезьяньего седла. Последнее не может быть вложено в трехмерное евклидово пространство, и возникающие при этом напряжения раскалывают его на нанокристаллы. При классификации геологических структур следует придерживаться классификации поверхностей постоянной кривизны: евклидовы, сферические и гиперболические. Сетка крупнейших разломов Земной коры совпадает с реберной сеткой икосододекаэдра [31, 32]. Поскольку группа симметрии последнего имеет подгруппу $m\bar{3}$ (кубическая гемизедрия), то Землю относительно некоторых свойств можно рассматривать и как центрально-гемизедрический куб [33] (принцип Неймана).

15. Принцип Неймана – симметрия любого физического свойства кристалла не может быть ниже симметрии совокупности ростовых форм кристалла, включая и морфологию граней.

Если при росте появилась какая-либо грань, то появятся и все эквивалентные ей грани, т.е. все грани соответствующей простой формы, поскольку в кристаллической структуре они абсолютно неразличимы. Поэтому физические свойства кристалла будут всегда одинаковыми в направлениях, перпендикулярных граням этой простой формы. Максимальной симметрией обладает *оптическая индикатриса* – поверхность, составленная из концов векторов, задающих скорость распространения света в соответствующих этим векторам направлениях.

Под направлением, соответствующим данному кристаллическому классу, будем понимать вектор, начало которого совпадает с особой точкой кристаллического класса. По связи вектора направления с обратным ему вектором, направления в кристаллах могут быть однозначно разделены на следующие 5 типов [34]:

особые – направления, совпадающие с собственными векторами;

полярные – обратный вектор не эквивалентен исходному;

крутильные – обратный вектор не эквивалентен исходному по преобразованиям 2-го рода;

аксиальные – обратный вектор не эквивалентен исходному по преобразованиям 1-го рода;

нейтральные – обратный вектор эквивалентен исходному как по преобразованиям 1-го рода, так и 2-го рода.

Кристаллы с особыми направлениями могут обладать пьезоэлектрическим эффектом (турмалин), с полярными направлениями – пьезоэлектрическим эффектом (кварц), с крутильными направлениями – вращать плоскость поляризации (киноварь), с аксиальными направлениями – обладать ферромагнитными свойствами. Ниже выписаны кристаллические классы с направлениями, обладающими одним из названных выше физических свойств (для трехмерных евклидовых кристаллов):

пироклассы – 1, 2, m , $mm2$, 4mm, 4, 6mm, 6, 3m, 3; *пъезоклассы* – $1,2,m,222,mm2,422,4mm,4i2m, 4,4i,622, 6mm, 6i2m,6, 6i,32,3m,3,4i3m,23$;

гируклассы – $1,2,m,222,mm2,422,4mm,4i2m,4,4i,622, 6mm,6,32,3m,3,432,23$;

ферроклассы – $i, 1, 2/m, 2, m, 4/m, 4, 4i, 6/m, 6, 6i, 3$. Заметим теперь, что принцип Неймана основан только на кристаллических классах, т.е. эти эффекты могут иметь место и на не кристаллах. Например, древесина тоже может обладать пьезоэффектом. Сугубо кристаллические свойства основаны на Федоровских группах. Например, атомное вещество, обладающее максимальной теплопроводностью, состоит из атомов водорода, образующих алмазную структуру. Если же по алмазной структуре расположить позитроний («атом», ядром которого служит позитрон), то теплопроводность у такого вещества будет еще выше. Весьма возможно, что на Солнце есть такие кристаллы. По уравнению состояния плазмы А.А.Власова (1916-1976) ее частицы обладают дальнодействием, которое и приводит к их упорядочению [35].

16. Физический смысл элементов симметрии. Рассмотрим потенциальное поле сил. В этом поле каждой точке соответствует, с одной стороны, некоторое значение вектора силы f , действующей в этой точке, с другой стороны – некоторое значение потенциальной энергии U . Сила, действующая в данной точке, равна **градиенту** потенциальной энергии, взятому с обратным знаком. Если потенциальное поле обладает плоскостью симметрии или поворотом вокруг оси, то градиент точек, соответствующих элементам симметрии этих поворотов, лежит в этих элементах симметрии. Градиент особой точки инверсионной оси (собственное подпространство инверсионного поворота) равен нулю. Это следует из однозначности определения градиента [36]. Таким образом, градиент является движущей силой кристаллизации. С этим связан закон Вернадского о всюдности атомов.

Имеется 7 различных типов преобразований симметрии (табл.6).

Таблица 6

ТИПЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ СИММЕТРИИ				
Геометрическое представление	Название	Символ	Вектор переноса	Элемент симметрии
	Тождественное преобразование	$1, E$	0	Пространство
	Зеркальное отражение	m	0	Плоскость
	Поворот вокруг оси	$2\ 3\ 4\ 5\ 6\ \dots$	0	Прямая
	Инверсионный поворот	$i\ 3i\ 4i\ 5i\ 6i$	0	Точка
	Параллельный перенос	T	T	Пространство
	Скользящее отражение	$a\ b\ c\ n\ d$	t	Плоскость
	Винтовой поворот	$2s\ 3r\ 4r\ 4s$	t	Прямая

17. Биология

Генетический код зародился на гранях кристалла апатита [37]. Его можно рассматривать матрицей, на которой зарождается и развивается жизнь. Упаковка каждого типа клеток живого организма – правильная. Принцип симметрии не уничтожим и неизменен [38].

Ограниченность Вселенной упрощает и вопросы, связанные с возникновением Жизни. Орбитали ридберговских атомов, начиная с некоторого числа, могут быть только призмами и антипризмами с большим числом вершин.

Возможно, что в космическом вакууме они достигают космических размеров. При ограниченности размеров Вселенной имеется возможность создания любых химических соединений, в частности и тех, на которых основана Жизнь. Модели земного происхождения Жизни весьма маловероятны. Жизнь – это продукт всей Вселенной.

18. Триангуляция Делоне с веками только прирастать будет

Квантовая механика не в состоянии объяснить дискретный мир по той причине, что она решила для его исследования использовать непрерывную математику, непрерывную картину мира. Загнав электрон в дифференциальные уравнения, она неизменно усложнила задачу, поскольку дискретность и правильность являются главными характеристиками квантованного мира. Поэтому как математическая модель описания квантового мира наиболее естественны системы Делоне [39]. Они были созданы Б.Н.Делоне для решения ряда фундаментальных кристаллографических задач [40, 41], но оказались главной концепцией современного естествознания, которую уже пора вводить в школьные учебники [42]. Триангуляция Делоне (однозначное построение графа Делоне для любой системы Делоне) уже стала основным методом вычислительной геометрии [43]. Она уже незаменима при моделировании роста кристаллов и даже некристаллических систем [44]. О триангуляции Делоне можно сказать так же, как Д.И.Менделеев сказал о своей Таблице: её значение с веками прирастать будет.

19. Не выпускайте из рук знамя чистой кристаллографии

Основанный на системах Делоне дискретный подход к описанию структуры Вселенной [45] позволяет охватить все ее иерархические уровни, начиная от элементарных частиц и кончая упаковкой сверхскоплений галактик. В самом общем виде системы Делоне представляют расположения центров молекул в идеальном газе, в наиболее вырожденном виде – идеальные кристаллические структуры. Все остальные состояния материи находятся в промежутке между двумя этими предельными состояниями. Полученную извне энергию система тратит на упорядочение. А идеальный порядок может быть только в кристаллических структурах. Поэтому открытые системы на любых иерархических уровнях стремятся к кристаллическому состоянию. С этим связано самосовершенствование кристаллов, эффект, далеко выходящий за границы кристаллографии.

«Не выпускайте из рук знамя чистой кристаллографии» – с таким лозунгом обратился А.В.Шубников к делегатам 7-го Международного конгресса кристаллографов (Москва, МГУ, 1966 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Галиулин Р.В. Кристаллографическая картина мира. УФН 2002, т. 172, в. 2. - 229 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Т.5. Ч.1. НАУКА М. 1995.
3. Дискретная геометрия и геометрия чисел. Сборник статей, посвященный юбилею С.С.Рышкова. Труды Математического института имени В.А.Стеклова, 2002, т.239
4. Галиулин Р.В. Комбинаторно-симметричная классификация первых зон Бриллюэна. Кристаллография, 1984, т.29, в. 4. – С. 638-642
5. Штогрин М.И. Правильные разбиения пространств постоянной гауссовой кривизны и их приложения. Автореферат дисс. ... докт. физ.-матем. наук. М.: МИ РАН. 2000
6. Галиулин Р.В. Системы Делоне как основа геометрии дискретного мира. Журнал вычислительной математики и математической физики. 2003. Т.43. №6. – С.790-801.
7. Федоров Е.С. Попытка подвести атомные веса под один закон. (Рукопись, представленная Д.И.Менделееву в 1880 году; напечатана в сборнике статей «Кристаллография», вып. 3, Издательство Ленингр. Университета, 1955 г. – С. 85-96). А.Тяпкин, А.Шибанов. Пуанкаре. ЖЗЛ М. Молодая Гвардия, 1979 г.
8. Арнольд В.И. Недооцененный Пуанкаре. Успехи математических наук 2006 т.61 вып.1(367). – С.3-24
9. Буравихин В.А., Егоров В.А., Идлис Г.М. Биография электрона АГАР М. 1997, – 240 с.
10. Федоров Е.С. Императорская Петербургская Академия Наук. Научное наследство. Неизвестные и малоизвестные работы. НАУКА Л. 1991 – 172 с.
11. Фейнмановские лекции по физике, т.4. – С.471-492
12. Галиулин Р.В. Правильные системы. ПРИРОДА. 1991 12. – С. 20-36
13. Лившиц А.М., Лозовик Ю.Е. Квазидвумерные кристаллические кластеры на сфере: метод топологического описания. Кристаллография, 2002, т.47, №2. – С. 214-223
14. Терновой А.Н. Новое в физике водорода. Геологический семинар Института геологии. Вып. 2. Петрозаводск 2005. – 20 с.

15. *Клечковский В.М.* Распределение атомных электронов и правило последовательного заполнения (n+1)- групп. М. Атомиздат 1968
16. *Делоне Н.Б.* Ридберговские атомы. Соросовский журнал, № 4, 1988. – С. 64 -70
17. *Белов Н.В.* Средневековая мавританская орнаментика в рамках групп симметрии. Кристаллография, 1956, том 1, в.5. - 612 с.
18. *Mamedov Kh.S.* Crystallographic patterns. Comp&Math with Appl. V.12I No 3-4, p.511-529
19. *Александров А.Д., Вернер А.Л., Рыжик В.И.* Геометрия для 8-9 классов. ПРОСВЕЩЕНИЕ 1996. – 416 с.
20. *Делоне Б.Н.* Теория планигонов. Известия АН СССР, 23 (1959 г.). – С. 365-386
21. International Tables for X-ray Crystallography. Birmingham 1952, 558 p.
22. *Галиулин Р.В.* Кристаллография электрического тока. // Тез. 5-я Национальная конференция по применению синхротронного излучения для исследования наноматериалов и наносистем. Москва. – С. 280
23. *Шубников А.В.* К вопросу о строении кристаллов. Изв. Имп. АН. Сер.6 т.10. – С. 755-779
24. *Галиулин Р.В.* Двумерные дискретные группы с конечной фундаментальной областью, их физический и гуманитарный смыслы. ЖВМ. 2005, т.45, № 8. -С.1331-1344
25. *Кузьменков Л.С.* Рост структур с сохранением их подобия (Теория А.А.Власова). В книге «Теория реального кристаллообразования», НАУКА, 1977. – С. 221-227
26. *Ферсман А.Е.* Е.С.Федоров и его роль в науке. Природа., 1920, № 1., – С. 13-15
27. *Галиулин Р.В.* Аксиоматика формирования месторождений кристаллических полезных ископаемых. Информационный сборник «Геологическое изучение и использование недр», вып.5. – С. 38-43
28. *Шмидт О.Ю.* Происхождение Земли и планет. ИАН, 1962. – 132с.
29. *В.Кудрин.* Интеграция органической и неорганической гипотез генезиса углеводов. Теплоэнергетический комплекс, 2002, № 3, -44 с.
30. *Гончаров Н.Ф., Макаров В.А., Морозов В.С.* Земля – большой кристалл? Химия и Жизнь. 1974 №3. – С. 34-38
31. Земля – большой кристалл? По материалам исследований Н.Ф.Гончарова, В.А.Макарова, В.С.Морозова. Изд-во ЗАХАРОВ 2005. – 224 с.
32. *Федоров А.Е.* Мировая история и глобальные геологические структуры (часть вторая). 13-й Научный семинар по нетрадиционным вопросам геологии (труды), 2005. – С. 353-500
33. *Желудев И.С.* Простая симметричная модель мироздания. НАУКА 1996
34. *Власов А.А.* Теория многих частиц. ГИТТЛ М. 1950. – 348 с
35. *Галиулин Р.В., Сигарев Р.В.* Об устойчивости минералов с голоэдрическими федоровскими группами. Док. АН СССР, 1987, т.293, – С.99-100
36. *Голубев С.Н.* Минеральные кристаллы внутри организмов и их роль в происхождении жизни. Журнал общей биологии, № 6, 1987. – С. 784 – 806.
37. *Болотов Б.В.* Здоровый человек в нездоровом мире. ПИТЕР 2005. – 394 с.
38. Делоне Б.Н. Геометрия положительных квадратных форм. УМН, 1938
39. *Delaunay B.N.* Neue Darstellung der geometrischen kristallographie. Zs.f.Kristallogr., 1933, Bd. 84, S. 109-149
40. *Галиулин Р.В.* Системы Делоне. Кристаллография, 1980
41. *Галиулин Р.В.* Каким должен быть современный учебник геометрии для школьников. Матэматыка. Минск, 2006, № 1. – С.3-5
42. *Агшитейн М.Э., Мигдал А.А.* Как увидеть невидимое. Эксперимент на дисплее. Первые шаги вычислительной физики. Москва, Наука, 1989, Серия «Кибернетика». – С.141-170
43. *Медведев Н.Н.* Метод Вороного-Делоне в исследовании структуры некристаллических систем. Новосибирск 2000. – 214 с.
44. *Ivanenko D.D., Galiulin R.V.* Quasicrystal model of the universe. Protvino, 1995, p.180

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ СРАСТАНИЙ В ПОРОДАХ И РУДАХ

Ю.Л. Войтеховский

Геологический институт Кольского НЦ РАН

Введение

Изредка жизнь дарит нам встречи с людьми выдающимися, но мы обычно осознаем это слишком поздно. Остается лишь вспоминать давние события, пытаясь извлечь уроки. Пользуясь случаем, хочу вспомнить два эпизода из многолетнего общения с д.г.-м.н., проф. В.М. Изойтко (см. другую статью автора в настоящем сборнике). Оба они относятся к последнему десятилетию. Пройдя годичную стажировку в Центре геостатистики при Высшей национальной горной школе Парижа в рамках обучения в докторантуре при Институте геологии Коми НЦ УрО РАН, автор был полон идей о применении статистических методов к описанию структур горных пород и руд. Одна за другой появлялись статьи, отсылаемые в «Обогащение руд», где и попадали на рецензию к Виктории Михайловне. Редколлегия научных журналов не любит статей с продолжениями. Но тут чудесным образом серия получилась [1-10], хотя каждую статью приходилось отстаивать в переписке. В итоге редколлекцией была объявлена [6] и в феврале 1998 г. на техническом совете АОЗТ «Меха-