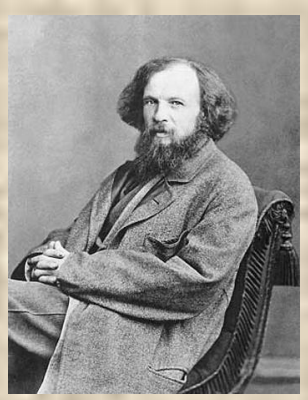


ОТКРЫТИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА

Закон триад

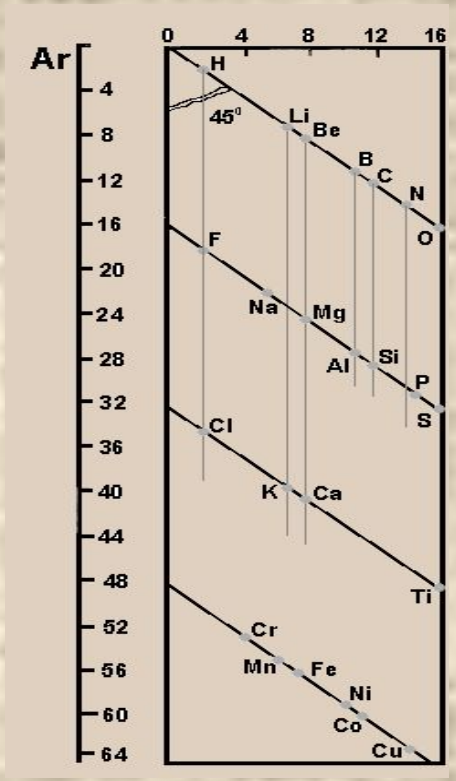
В **1817 году** немецкий химик **Иоганн Вольфганг Доберейнер** на основе сходства химической природы некоторых элементов располагает их отдельными триадами.

Литий Li - 6,94 Натрий Na - 23,00 Калий K - 39,1	Кальций Ca - 40,07 Стронций Sr - 87,63 Барий Ba - 137,37
Фосфор P - 31,04 Мышьяк As - 74,96 Сурьма Sb - 121,8	Сера S - 32,06 Селен Se - 79,2 Теллур Te - 127,5
Хлор Cl - 35,46 Бром Br - 79,92 Йод I - 126,92	

При этом он обнаруживает интересную математическую закономерность: ***масса атома среднего элемента в каждой триаде равна среднеарифметической величине из масс атомов крайних.***

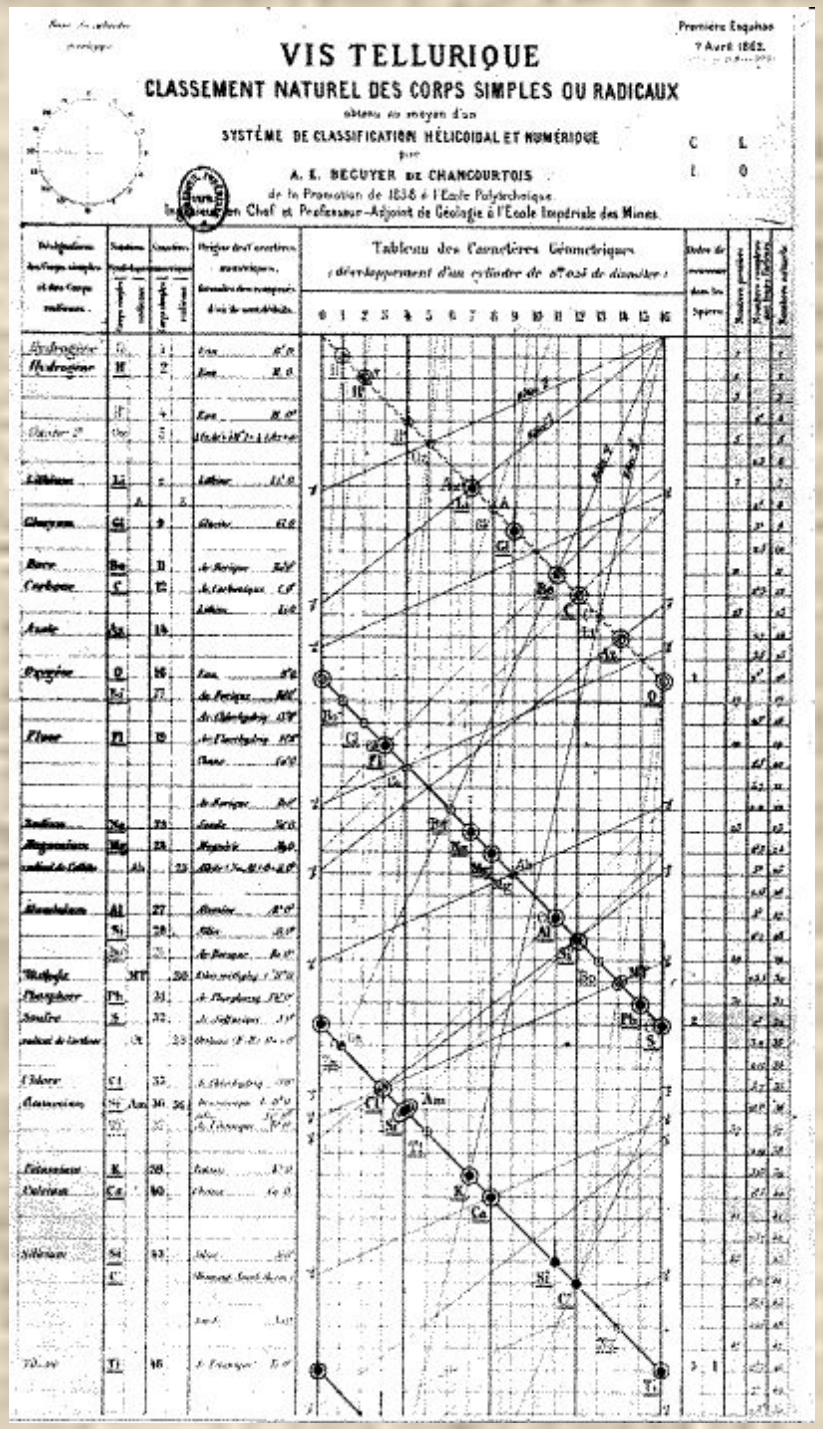
«Теллуровый винт»

Французский геолог и химик **Александр Эмиль Бегуйе де Шанкуртуа** в **1862 году** предложил систематизацию химических элементов, основанную на закономерном изменении атомных масс.



Шанкуртуа нанёс на боковую поверхность цилиндра, размеченную на 16 частей, линию под углом 45°, на которой поместил точки, соответствующие элементам. Так как построение заканчивалось теллуром, то оно и получило название теллурового винта.

Многие химически сходные элементы оказались в его построении расположенными друг над другом на вертикалях-образующих цилиндра.

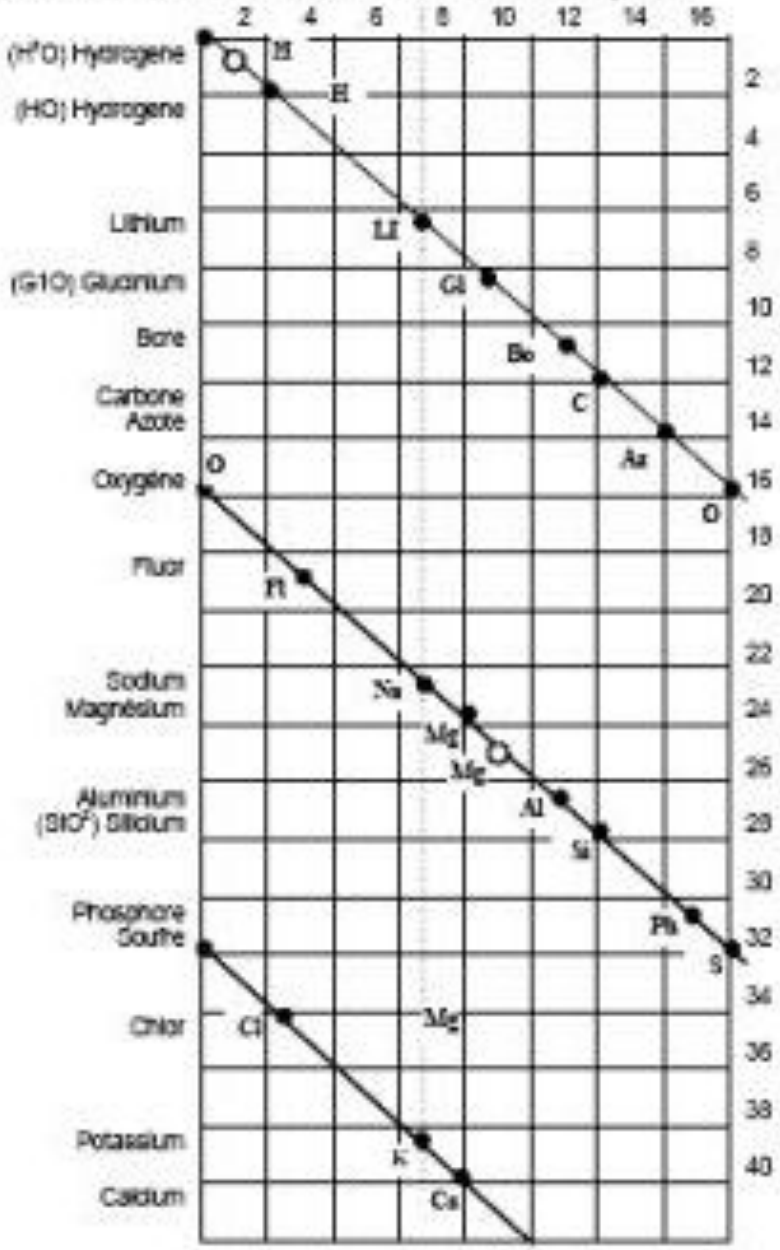


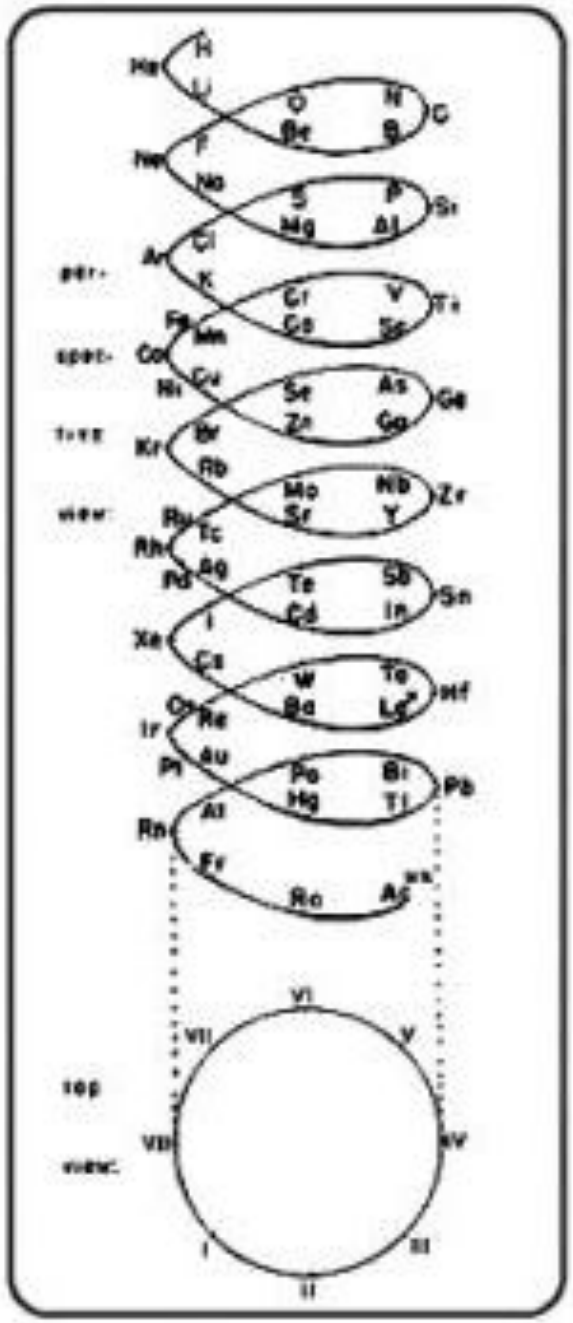
Интересно, что из его «винта» впервые выявилась аналогия между водородом и галогенами.

Однако подмеченная Шанкуртуа периодическая повторяемость не нашла повторения в нижней половине его цилиндра, где уже вообще ни о какой аналогии по вертикалям говорить не приходится.

Систематизация Шанкуртуа явилась существенным шагом вперёд по сравнению с существовавшими тогда системами, однако его работа поначалу осталась практически незамеченной; интерес к ней возник только после открытия периодического закона Д. И. Менделеевым.

ESQUISSE DE LA VIS TELLURIQUE





Закон октав

	No.		No.		No.		No.		No.		No.		No.		No.
H	1	F	8	Cl	15	Co Ni	22	Br	29	Pd	36	I	42	Pt Ir	50
Li	2	Na	9	K	16	Cu	23	Rb	30	Ag	37	Cs	44	Tl	53
Ga	3	Mg	10	Ca	17	Zn	25	Sr	31	Cd	38	Ba V	45	Pb	54
B	4	Al	11	Cr	19	Y	24	Ce La	33	U	40	Ta	46	Th	56
C	5	Si	12	Ti	18	In	26	Zr	32	Sn	39	W	47	Hg	52
N	6	P	13	Mn	20	As	27	Di Mo	34	Sb	41	Nb	48	Bi	55
O	7	S	14	Fe	21	Se	28	Ro Ru	35	Te	43	Au	49	Cs	51

18 августа 1865 года Джон Александр Рейна Ньюлендс опубликовал таблицу элементов, назвав её «законом октав», который формулировался следующим образом: *«Номера аналогичных элементов, как правило, отличаются или на целое число семь, или на кратное семи; другими словами, члены одной и той же группы соотносятся друг с другом в том же отношении, как и крайние точки одной или больше октав в музыке».*

1 марта 1866 года Ньюлендс сделал доклад *«Закон октав и причины химических соотношений среди атомных весов»* на заседании Лондонского химического общества, который не вызвал особого интереса.

История сохранила лишь ехидное замечание Дж. Фостера: *не пробовал ли докладчик располагать элементы в порядке начальных букв их названий и не обнаружил ли при этом каких-либо закономерностей?*

Заслуга Ньюлендса несомненна: он первый подметил повторяемость свойств элементов на восьмом элементе, привлёк внимание к этому числу.

Таблица Лотара Мейера

Атомность (валентность)						Разности в атомных массах
4	3	2	1	1	2	
				Li(7)	Be(8.3)	
C(12)	N(14)	O(16)	F(19.9)	Na(23)	Mg(24)	~16
Si(28)	P(31)	S(32)	Cl(35.5)	K(39.1)	Ca(40)	~16
-------	As(75)	Se(79)	Br(80)	Rb(85)	Sr(87.6)	~45
Sn(117.6)	Sb(120.6)	Te(128.3)	I(126.8)	Cs(133)	Ba(137)	~45
Pb(207)	Bi(203)	-------		Tl(204)	-------	~90

В **1864 году Юлиус Лотар Мейер** опубликовал работу "Современные теории химии", в которой привёл свою первую таблицу, в которой 42 элемента (из 63) были размещены в соответствии с их валентностями и атомными массами (приводимая таблица отражает лишь верхнюю часть таблицы Мейера). Мейер подмечает, что разности между относительными атомными массами соседними по каждому вертикальному столбцу сходных элементов отличаются на закономерно возрастающие числа: 16, 16, 45, 45, 90, но в некоторых случаях намеченные разности ненормально велики. Однако, из этого факта нарушения подмеченной им важной закономерности он не делает никакого логического вывода.

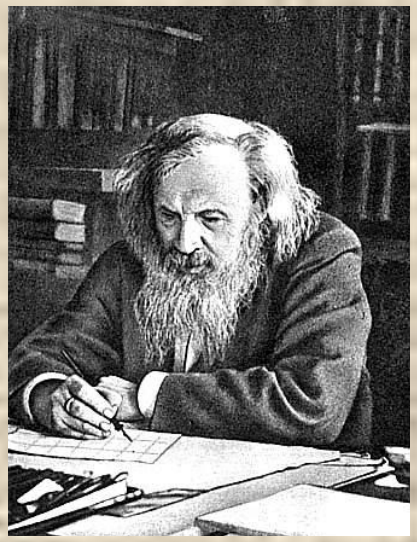
В 1870 году в "Анналах химии и фармации" появилась статья Мейера "Природа химических элементов как функция их атомного веса".

В своей таблице 1870 года Мейер в основном правильно расположил элементы (оставив и пустые места!), однако не применял своих результатов ни для исправления атомных весов, ни для предсказания свойств не открытых ещё элементов.

Мейер более, чем кто-либо другой из учёных до него, был близок к открытию периодического закона. И всё же он не решился на смелые выводы.

Таблица Мейера 1870 г.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	B	Al				In (?)		Tl
	C	Si	Ti		Zr	Sn		Pb
	N	P	V	As	Nb	Sb	Ta	Bi
	O	S	Cr	Se	Mo	Te	W	
	F	Cl	Mn Fe Co Ni	Br	Ru Rh Pd	I	Os Ir Pt	
Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Au	
Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba	Hg	



Периодический закон химических элементов

В марте 1869 г. русский химик Дмитрий Иванович Менделеев представил Русскому химическому обществу, *периодический закон химических элементов* изложенный в нескольких основных положениях.

В том же 1869 г. вышло и первое издание учебника "Основы химии", в котором была приведена периодическая таблица Менделеева.

Основные положения периодического закона химических элементов

1. Элементы, расположенные по возрастанию их атомного веса, представляют явственную периодичность свойств;

2. Сходные по свойствам элементы имеют или близкие атомные веса (Os, Ir, Pt), или последовательно и однообразно увеличивающиеся (K, Rb, Cs);

3. Сопоставление элементов или их групп по величине атомного веса отвечает их т.н. валентности;

4. Элементы с малыми атомными весами имеют наиболее резко выраженные свойства, поэтому они являются типическими элементами;

5. Величина атомного веса элемента может быть иногда исправлена, если знать аналоги данного элемента;

6. Следует ожидать открытия ещё многих неизвестных элементов, например, сходных с Al или Si, с паем (атомной массой) 65-75.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197.4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
			Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87.6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ct = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Nh = 118?		

Формулировка Периодического закона

«Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел стоят в периодической зависимости от атомного веса».

Статья "Периодическая законность химических элементов"
1871 год

В конце 1870 г. Менделеев доложил РХО статью «Естественная система элементов и применение её к указанию свойств неоткрытых элементов».

В этой статье он предсказал свойства неоткрытых ещё элементов – аналогов бора, алюминия и кремния (соответственно *экабор*, *экаалюминий* и *экасилиций*).

«…великая идея Д. И. Менделеева осталась без внимания потому, что её высказал… русский учёный…»

Чешский химик
Богуслав Браунер

В **1875 году Лекок де Буабодран** исследовал спектр цинковой обманки, привезенной из Пьеррфита (Пиренеи). В этом спектре и была обнаружена новая фиолетовая линия, которая свидетельствовала о присутствии в минерале неизвестного элемента. После длительных опытов ученому удалось получить новый элемент, но в очень небольшом количестве - меньше 0,1 г. Изучить его физические и химические свойства Лекок де Буабодран смог далеко не полно.

Сообщение об открытии галлия появилось в докладах Парижской академии наук.Его прочел Д. И. Менделеев и узнал в галлии предсказанный им экаалюминий. Менделеев тут же написал в Париж письмо в котором утверждал, что первооткрыватель элемента ошибся, что плотность нового металла не может быть равна 4,7, как писал Лекок де Буабодран, — она должна быть больше, примерно 5,9—6,0 г/см^3!

Французский учёный еще раз выделил и тщательно очистил крупицы галлия, чтобы проверить результаты первых опытов и подтвердил… расчёты Д.И. Менделеева!

«Я думаю, что нет необходимости настаивать на огромном значении подтверждения теоретических выводов г. Менделеева».

Лекок де-Буабордан

В **1879 году** шведский учёный **Ларс Нильсон** в одном из очень редких минералов обнаруживает новый элемент, которому в честь полуострова Скандинавии присваивает название **скандия**.

После изучения нового элемента Нильсон дал описание свойств скандия.

Каково же было удивление Нильсона, когда он, сравнивая характеристику скандия с экабором Менделеева, установил почти полное сходство этих характеристик.

Предсказано для **экабора**	Найдено Нильсоном для **скандия**
Относительная атомная масса	
45	45,1
Формула оксида	
$Э_2O_3$	Sc_2O_3
Плотность оксида	
3,5	3,8
Сернокислая соль эка-бора состоит из двух атомов эка-бора и трёх остатков серной кислоты	Сернокислая соль скандия состоит из двух атомов скандия и трёх остатков серной кислоты

«Нет никакого сомнения, что в скандии открыт экабор. Так подтверждаются самым наглядным образом мысли русского химика, позволившие не только предвидеть существвание названного простого тела, но и наперёд указать его важнейшие свойства».

Л. Нильсон

В **1886 году** один из профессоров Фрейбергской горной академии открыл новый минерал серебра – аргиродит. Этот минерал был передан для полного анализа профессору технической химии **Клеменсу Винклеру -** лучшему аналитику академии.

Довольно быстро Винклер выяснил, что в почти 7% веса нового минерала приходится на долю некоего непонятного элемента, скорее всего еще неизвестного.

Винклер выделил неопознанный компонент аргиродита, изучил его свойства и понял, что действительно нашел новый элемент – предсказанный Менделеевым экасилиций.

Винклер сначала намеревался назвать новый элемент нептунием в честь планеты Нептун (как и элемент №32, эта планета была предсказана раньше, чем открыта). Но потом оказалось, что такое имя раньше присваивалось одному ложно открытому элементу, и, не желая компрометировать свое открытие, Винклер отказался от первого намерения и назвал новый элемент **германием** в честь своей страны.

Предсказано в 1874 г. для **экасилиция**	Найдено Винклером для **германия**
Относительная атомная масса	
72	72,6
плотность	
5,5	5,35
Формула высшего оксида	
$ЭO_2$	GeO_2
Плотность оксида	
4,7	4,7

Плавкий металл, улетучивающийся в сильную жару	Плавится при 960^0C , выше – улетучивается
Оксид легко восстанавливается до металла	Оксид восстанавливается до металла
Гидроксид – слабое основание	Основные свойства гидроксида – слабые
Образует неустойчивое газообразное соединение EsH_4, но более стойкое, чем SnH_4	GeH_4 - неустойчивый газ, но более стоек, чем SnH_4

«Вряд ли может существовать более яркое доказательство справедливости учения о периодичности элементов, чем открытие до сих пор гипотетического экасилиция; оно составляет, конечно, более чем простое подтверждение смелой теории, - оно знаменует собою выдающееся расширение химического поля зрения, гигантский шаг в области познания».

Клеменс Винклер