

От Робърт Бойл до Дмитрий Менделеев

Христо Баларев



С решение на генералната асамблея на ООН 2019-а година е обявена за Международна година на Периодичната таблица на химичните елементи. С това авторитетната световна организация показва респект към ролята на химията за устойчивото развитие и решенията, които тя дава на глобалните предизвикателства пред човечеството. Поводът е 150-годишнината от 1869 г., когато Дмитрий Менделеев публикува таблица на известните до тогава химични елементи подредени по възходящ ред на техните атомни маси.

Създаването на периодичната таблица на химическите елементи е едно от най-големите обобщения във физикохимичната наука след атомно молекулната теория и законите на термодинамиката, обобщение, което свързва изводите от натрупания във времето

опит в единна система и с това създава една от основите за по-нататъшното развитие на естествените науки.

Науката е извървяла дълъг път, за да стигне до подобно обобщение. В античността стремежът на човешката мисъл да търси единство всред безкрайното

множество роди идеята за първичната материя. Създателят на атомизма Демокрит постулира: "Има само материя и пространство". В тази дълбока гревност, когато хората са вярвали в съществуването на много богове, Демокрит приема, че има една материя. Първото научно определение на химичен елемент като чисто химично вещество, което не може да се раздели на по-прости такива е дадено от Роберт Бойл (Robert Boyle, 1627 – 1691) през 1661 г. Първият списък на химични елементи е направен от Антоан Лавоазие (Antoine Lavoisier, 1743 – 1794) през 1789 г. и съдържа 33 елемента, включително светлина и топлина. През 1815 г. Берцелиус (Jöns Jacob Berzelius, 1779 – 1848) прави класификацията: елементи, съединения и минерали като разделя елементите по техните химични и физични свойства на метали и неметали (металоиди). Той въвежда и съвременните химични знаци. През 1829 г. Дьоберайнер (Johann Wolfgang Döbereiner, 1780 – 1849) обединява елементите в групи от по три в така наречените триади, като обръща внимание, че някои свойства на елементите и техните съединения са средно аритметични от свойствата на двата крайни елемента.

Въпросите около изясняване на основните понятия в химията, като атом и молекула и определянето на атомните тегла се избистрят окончателно едва в 1860 год. когато по инициативата на Август Кекуле (August Kekulé, 1829 – 1896) е свикан първият международен конгрес по химия в Карлсруе. В края на конгреса на присъстващите е раздадена книга на Каницаро (Stanislao Cannizzaro, 1826 – 1910) за теглото на атомите на отделните елементи. Менделеев присъства на този форум и трудът на Каницаро му помага да организира елементите в своята таблица. На конгре-



Портрет на Робърт Бойл

са е присъствал и Лотар Майер (Julius Lothar Meyer, 1830 – 1895). След конгреса в Карлсруе настъпва бум в търсенето на връзка между свойствата на химичните елементи и тяхното атомно тегло.

През 1862 г. Шанкуртуа (Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois, 1820 – 1886) разполага известните 50 елемента по винтова линия (подредени по възходящи атомни маси), описана върху цилиндрична повърхност и показва, че сходните по свойства елементи се разполагат един под друг. Той е първият, който забелязва периодичността в свойствата на елементите.

През 1863 година Нюлендс (John Alexander Reina Newlands, 1837 – 1898) подрежда елементите по осем в сегем октави и установява, че всеки осми елемент е аналогичен по свойства на първия елемент. Нюлендс нарича това правило „закон на октавите“, обаче е осмиван от съвременниците си и Химичното общество отказва да публикува откритието му. Въпреки това Нюлендс изготвя



Портрет на Август Кекуле

таблица на елементите и я използва за предвиждане съществуването на липсващи елементи като германий. Химическата общност признава значението на откритието му само пет години след като вече са признали Менделеев.

През 1864 г. Лотар Майер публикува таблица с 44 елемента, подредени по валентност. Таблицата показва, че елементите с подобни свойства често имат една и съща валентност. По същото време английският химик Уилям Оглинг (William Odling, 1829 – 1921) публикува таблица с 57 елемента, наредени по атомно тегло и споменава идеята за периодичен закон, но не я прокарва последователно. Впоследствие предлага класификация на елементите според тяхната валентност.

През 1867 г. немският химик Густав Хинрикс (Gustav Detlef Hinrichs, 1836 – 1923) публикува спирална периодична система, основаваща се на атомните спектри и тегла и на химическите свойства на елементите.

Характерно за тези класификации на химичните елементи е, че никои от авторите им не прави опит да свърже групите в обща система. Наблюдаваната близост в свойствата на елементите се е отдавала на случайността, на елементите се е гледало като на индивиди, нямащи нищо общо помежду си. Доказателство за това е голямото недоверие към доклада на Нюленс през 1864 год., с който той съобщава за намерената от него правилност в промяната свойствата на химичните елементи с нарастване на атомното тегло. Някои от слушателите запитали Нюленс с насмешка, дали не би се намерила някаква правилност, ако елементите се нарежат по началните букви на техните названия – толкова мисълта за обща връзка между свойствата на всички елементи е била чужда за разбиранията на тогавашните химици. А това е само 5 години преди утвърждаването на периодичната система.

През 1869 г. Дмитрий Менделеев (Дмитрий Иванович Менделеев 1834 – 1907) публикува разширен вариант на тази таблица, също подредена по възходящи атомни маси. Тя съдържа 63 химични елемента и става основа на използваната в наши дни периодична таблица.

Лотар Мейер, вдъхновен от Каницаро, също съставя своя таблица и то доста по подробна от тази на Менделеев. Тя обаче е публикувана само няколко месеца по-късно и, както може да се очаква, между двамата възниква жесток спор за приоритет.

Приоритетът на Менделеев обаче не е в тези няколко месеца, а в непоколебимата му увереност, че става въпрос за важен природен закон. Използвайки периодичната система Менделеев поправя атомните тегла на някои от елементите, за да може те да се поставят

на такива места в таблицата, които да отговарят на техните свойства. По този повод Лотар Майер пише в *Liebigs Annalen*: „Би било прибързано да се променят приетите днес атомни тегла на основание на толкова несигурен изходен пункт“. Прав бе Майер, като човек със строга научна мисъл, но прав се оказа и Менделеев, тъй като всички получени след 1869 година данни потвърдиха направените от него атомни тегла.

Триумфът на Менделеев дойде обаче след като предвиди съществуването и свойствата на 3 непознати дотогава елементи. Не минаха и няколко години когато елементите Ga, Sc и Ge бяха открити. Свойствата на тези елементи бяха много близки до тези, които Менделеев им бе предказал.

Първи тласък за признаването на приоритета на Менделеев е откритият през 1875 г. от Лекок де Буабодран елемент галий. Менделеев съпоставя свойствата на галия с предсказания от него екаалуминий. Той изпраща писмо на Лекок де Буабодран, в което му обръща внимание, че определената от него плътност на галия (4.7 г/см^3) не съответства на мястото му в периодичната система според което тя трябва да е $5.9 - 6 \text{ г/см}^3$. Лекок де Буабодран повтаря опита си с щателно пречистен галий и като се убеждава в правотата на Менделеев става негов най-ревностен поддръжник.

Философът Фридрих Енгелс (Friedrich Engels 1820 – 1895), отчитайки постижението на Менделеев, пише в „Диалектика на природата“: „Менделеев, прилагайки несъзнателно закона на Хегел за преминаването на количеството в качество извърши научен подвиг, който смело може да се постави наравно с откритието на Лъверие, който изчисли орбитата на още неизвестната планета Нептун“.



Портрет на Дмитрий Менделеев от Иля Репин (1885 г.)

По този повод бих направил следния коментар: Безспорен е успехът на 25-годишния Агамс (John Couch Adams, 1819 – 1892), който по отклоненията в гвиже-нието на планетата Уран предположи, че трябва да има още една непозната планета, както и на професора по небесна механика Лъверие (Urbain Jean Joseph Le Verrier, 1811 – 1877), повторил изчисленията на Агамс и ги направил гостояние на астрономите. Това предвиждане обаче бе възможно поради съвършенството и точността на астрономическите закони. В химията нямаше закони, които да позволяват предвиждания от такъв мащаб. Именно в периодичната система Менделеев прозря закон, който да позволява такива предвиждания и в химията. И то по време, когато все още нищо не се е знаело за строежа на атома.

При всяко значимо научно откритие има три важни етапа: възникване на идеята, реализиране на идеята и налагане на откритието, т.е. да накараш хората да го възприемат и признаят.

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

			Ti=50	Zr=90	?=180.
			V=51	Nb=94	Ta=182.
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,1
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
			Ni=Co=59	Pd=106,4	O=199.
			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
H=1	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,1	?=68	U=116	As=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=35,4	Br=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204.
		Ca=40	Sc=87,4	Ba=137	Pb=207.
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,4	Th=118?		

Д. Менделѣевъ

Таблицата на Менделеев от 1869 г.

Идеята за връзка между свойствата на химичните елементи и тяхното атомно тегло витаеше вече 40 години. Менделеев обаче единствен прозря, че за периодичността в свойствата на елементите стои важен природен закон.

Формулировката на периодичния закон, дадена от Менделеев през юли 1871 г. гласи: „Свойствата на елементите, а също и свойствата на образуваните от тях прости и сложни тела са в периодична зависимост от тяхното атомно тегло.“

Периодичната таблица реши редица въпроси в химията. На първо място тя включи всички химични елементи в една обща система – периодичната система на химичните елементи. Важно следствие е, че между два съседни

елемента е изключено съществуването на такива с междинни атомни тегла, както по хоризонталата, така по вертикалата на таблицата. От тука следва и че броят на химичните елементи е ограничен. Не може да има по-лек елемент от водорода. От другия край на таблицата, както се видя по-късно, елементите стават все по-нетрайни, така че трябва да има и горна граница.

Периодичната таблица постави пред химията и важната задача да търси връзката между състава и свойствата на веществата. С други думи, да се обяснят свойствата на веществата със спецификата на елементите, които ги образуват. А от тук и по-далечната задача – да изрази целокупното множество от възможните химични промени на веществата. В този смисъл периодичната система е първа стъпка в опита да се изведе обща формула, изразяваща химичните отношения на веществата.

Периодичната правилност обаче няма точността на физикохимичните закони. Тя има характер на схема, която отразява най-общо само качествени зависимости. Никое физично или химично свойство на химичните елементи или тяхните съединения не се мени така, че изменението да може да се изрази с точна числена връзка. Нещо повече, в периодичната система има катастрофални скокове. Напр. температурата на топене на въглерода е над 3600°C, а на съседния му азот пада до -210°C. Също така има и ясно изразени „нарушения“. Докато PCl_5 и SbCl_5 са стабилни за обикновени условия съединения, то AsCl_5 бе получен едва през 1976 г. във втечен хлор и се

разпада при около -50°C . Затова, днес, се въздържа да говорим за периодичен закон, тъй като в природен закон изключения не може да има.

Още Менделеев предугади, че чрез разбирането същността на валентността ще се изясни и същността на периодичния закон. През 1911 г. Ернест Ръдърфорд, изследвайки радиоактивното разпадане на радона, създава концепцията, че атомите се състоят от атомно ядро и електрони и предлага планетарния модел за строежа на атома. Нилс Бор създава квантовия модел за строеж на атома, според който електроните се движат не по произволни, а по точно определени орбити. Антониус ван ден Брук предлага хипотезата, че атомните номера на елементите се определят от заряда на ядрото на атома, а не са просто поредни номера, нещо което бе потвърдено експериментално от Хенри Мозли през 1913 година. С това стана ясно, че както периодичният закон, така и валентността имат общ генезис. С разкриването на структурата на атомите периодичната таблица на химическите елементи намери своето научно обяснение.

От тук нататък предстоеше решаването на следващата голяма задача,



БАН отбеляза с юбилейна марка 150 години от създаването на периодичната таблица на химичните елементи



Проф. Христо Баларев завършва химия във Физико-математическия факултет на Софийския университет през 1957 г. Работи в Института по Обща и неорганична химия при БАН. Защитава дисертация във Фрайберг (ГДР). Хабилитира се като доцент и ръководи катедра Неорганична химия във Висшия химико-технологичен институт в Бургас. През 1983 г. става доктор на химическите науки в Института по обща и неорганична химия към БАН, а пет години след това – професор. Автор е на над 200 научни труда, пет книги и монографии. Председател е на Националния комитет към Международния съюз по чиста и приложна химия.

която периодичната таблица постави пред химията, а именно да се търси връзката между състава и свойствата на веществата, включително и разкриване на закономерностите, които са в основата на т. нар. „неправилности“. И така, стъпка по стъпка, към крайната цел – извеждането на обща формула, изразяваща химичните отнасяния на веществата. Тази цел е безкрайно отдалечена от нас, но това е пътят, по който ще върви химията и в бъдеще. ■