

В. Л. АЛЬБАНСКИЙ

**НОВАЯ ФОРМА ТАБЛИЦЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА, ОТРАЖАЮЩАЯ
ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ ПО СТРОЕНИЮ АТОМА**

(Представлено академиком Г. Г. Уразовым 5 VI 1950)

Д. И. Менделеев для распределения химических элементов взял за основу две величины: атомный вес элементов и химические свойства их; из последних он опирался, главным образом, на форму высших окислов. Так был открыт периодический закон. Таблица, внешнее выражение этого закона, с вертикально расположенными периодами появилась в 1869 г.; в следующем 1870 г. опубликована была таблица с горизонтально расположенными периодами. Она включала 59 известных элементов и несколько предсказанных Д. И. Менделеевым. Все элементы были распределены на 8 групп и 10 рядов; каждая группа делилась на подгруппы. Последняя таблица, опубликованная при жизни Д. И. Менделеева в 8-м издании «Основ химии», содержала 71 элемент и подразделялась уже на 12 рядов и 9 групп; добавлена была на левой стороне таблицы нулевая группа инертных газов. Из редкоземельных элементов (лантанидов) включено было два элемента: церий и иттербий. Д. И. Менделеев признавал, что «периодическая изменимость простых и сложных тел подчиняется некоторому высшему закону, природу которого и причину ныне еще нет средства охватить».

В настоящее время этот «высший закон» раскрыт и основой для периодического закона являются две новые величины: заряд ядра и электронная структура атома. Периодический закон получил новое подтверждение. Д. И. Менделеев, говоря: «по видимости периодическому закону будущее не угрожает разрушением, но только надстройка и развитие обещаются», предвидел, что периодический закон и таблица периодической системы будут «надстроены». Уже появилось у нас и за границей более сотни работ, имеющих целью найти наилучшее отображение достижениям науки по строению атома.

Перед авторами стоят следующие задачи: 1) выбрать форму таблицы; 2) определить место водорода и 3) положение гелия и других инертных газов; 4) разместить лантаниды и актиниды; 5) найти способ обозначить состояние *s*, *p*, *d* и *f* электрона, внедряющегося последним в электронную сферу атома; 6) включить номер квантового слоя; 7) обозначить переход *s*-электронов в состояние *d*, который наблюдается у некоторых элементов.

Автор решает эти задачи следующим образом:

1) Форма таблицы выбрана короткая с горизонтально расположенными периодами, так как эта форма общепринята, хорошо отображает скачкообразное развитие элементов; при такой форме в одну группу, но в разные подгруппы попадают такие, например, элементы, как хлор и марганец, проявляющие в своих высших окислах сходство.

2) Водород, как имеющий s -электрон, помещен в I группу, где он возглавляет целую подгруппу элементов, характеризующихся s -электронами, и ионизационный потенциал в этой подгруппе, начиная с водорода и кончая цезием, как полагается, падает*.

3) Гелий, как имеющий второй s -электрон, помещен во II группу, в подгруппу с бериллием, магнием и т. д. элементами, имеющими также s -электроны следующих квантовых слоев; положение его во II группе подтверждается и тем, что гелий по своим спектральным свойствам аналогичен щелочноземельным элементам; другие инертные газы, как имеющие 6-й p -электрон, помещены в VIII группу (2 s -электрона и 6 p -электронов, всего 8 электронов в наружном слое).

4) Лантаниды включены в пределы таблицы и все помещены в III группу, так как они почти все имеют высшую валентность, равную трем. Их объединяет то обстоятельство, что их последние электроны дополняют 3-й от конца квантовый слой до 32 (4-й квантовый слой от начала); эти электроны составляют в 4-м квантовом слое особое подразделение, называемое состоянием f ; их поступление в электронную сферу не отражается на валентности элемента, т. е. они являются невалентными. Каждый из 14 элементов помещается в особую клетку, так что получается вертикальная колонка из 14 клеток с элементами, которая составляет третью подгруппу III группы. Так же размещены и актиниды.

Автор объясняет повышенную валентность (выше трех) некоторых лантанидов и актинидов следующим образом. При внедрении последних электронов этих элементов в их электронную сферу энергетический эффект является одинаковым, займут ли они состояние d или f ; поэтому эти электроны легко меняют свое положение, переходя из состояния d в состояние f и обратно. Находясь в состоянии d , они являются валентными и увеличивают валентность элементов: 6-го периода — церия, празеодима и тербия до 4, 7-го периода — тория до 4, протактиния до 5 и урана до 6. При рентгенографическом исследовании элемента № 90 тория не обнаружено f -электрона, у 92-го, урана, их оказалось 3 (¹). В лантанидах после внедрения f -электрона неодима в электронную сферу атома электроны церия и празеодима прочно занимают состояние f , а после внедрения f -электрона диспрозия то же делается с электроном тербия. Уран, как выше сказано, обнаруживает $5f^3$ -электронов, нептуний (№ 93) — $5f^4$, и т. д. до кюрия (№ 96), у которого имеется $5f^7$ -электронов (¹).

Так как в основу распределения элементов положены номер элемента и электронная структура атома, то элементы церий, празеодим, тербий, торий, протактиний и уран, как имеющие двойного рода электронную структуру, занимают каждый по две клетки: одну в состоянии f , другую в состоянии d , причем в последних клетках элементы поставлены в скобки.

5) Д. И. Менделеев назвал элементы двух коротких периодов типическими. Автор пользуется этим термином и называет «типом»** S те элементы, в электронную сферу которых последним внедряется s -электрон; они заполняют левые подгруппы I и II групп. Эти подгруппы называются S -подгруппами. Точно так же, к типам P , D и F будут принадлежать те элементы, в электронную сферу которых последними, соответственно, внедряются p -, d - и f -электроны. Тип P заполняет

* То обстоятельство, что в гидридах водород заряжен отрицательно, не может поколебать его положения в I группе. Ведь при электролизе сплава калия с натрием натрий выделяется на положительном полюсе, следовательно, заряжен отрицательно. «Электрохимический характер элементов имеет только относительное значение» (Эфραίим).

** Можно не вводить нового термина «типы», а ограничиться названиями подгрупп буквами S , P , D и F .

правые подгруппы III—VIII групп. Элементы типа *D* есть во всех группах, в первых двух группах они находятся в правых подгруппах, в остальных группах — в левых подгруппах, в VIII группе их по 3 элемента в каждом периоде. Подгруппа элементов типа *F* составляет третью подгруппу III группы и занимает среднее место.

6) Квантовые числа *n*, т. е. номера квантовых слоев на таблице, обозначаются следующим образом: а) номера периодов в то же время являются номерами квантовых слоев для состояний *s* и *p*, что и сказано в заголовке первой колонки; б) для *d*-электронов номера квантовых слоев находятся в последней колонке; в) наконец, для *f*-электронов они находятся при вертикальных колонках лантанидов и актинидов.

7) У некоторых элементов типа *D*: хрома № 24, ниобия № 41, молибдена № 42, технеция № 43, рутения № 44, родия № 45, серебра № 47, платины № 78, золота № 79, один из электронов *s*-состояния с последнего квантового слоя перешел в состояние *d* предпоследнего квантового слоя, а у элемента № 46 палладия перешли оба *s*-электрона. Это явление отмечается в таблице одной стрелкой, а для палладия — двумя, помещенными в клетках рядом с соответствующим символом элемента.

Московский
энергетический институт
им. В. М. Молотова

Поступило
4 VI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. F. Meggers, Science, 105, No. 2733, 514 (1947).

Квантовые числа n для электронов s и p	Ряды	Г р у п п ы																Квантовые числа n для электронов d
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		
		П о д г р у п п ы (типы элементов)																
		s	D	s	D	D	F	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	
1	I	H ¹ _{1,008}	He ² _{4,003}															
2	II	Li ³ _{6,94}	Be ⁴ _{9,02}	⁵ _{10,82} B		⁶ _{12,0} C		⁷ _{14,008} N		⁸ _{16,000} O		⁹ _{19,0} F				Ne ¹⁰ _{20,183}		
3	III	Na ¹¹ _{22,997}	Mg ¹² _{24,32}	¹³ _{26,97} Al		¹⁴ _{28,06} Si		¹⁵ _{30,98} P		¹⁶ _{32,06} S		¹⁷ _{35,45} Cl				Ar ¹⁸ _{39,944}		
4	IV	K ¹⁹ _{39,096}	Ca ²⁰ _{40,08}	Sc ²¹ _{45,10}		Ti ²² _{47,93}		V ²³ _{50,95}		Cr ²⁴ _{52,01} ↓		Mn ²⁵ _{54,93}		Fe ²⁶ _{55,85} Co ²⁷ _{58,94} Ni ²⁸ _{58,69}				
	V	↓ ²⁹ _{63,57} Cu	³⁰ _{65,38} Zn	³¹ _{69,72} Ga		³² _{72,60} Ge		³³ _{74,91} As		³⁴ _{78,96} Se		³⁵ _{79,916} Br				Kr ³⁶ _{83,7}		3
5	VI	Rb ³⁷ _{85,48}	Sr ³⁸ _{87,63}	Y ³⁹ _{88,92}		Zr ⁴⁰ _{91,22}		Nb ⁴¹ _{92,91} ↓		Mo ⁴² _{95,95} ↓		Tc ⁴³ _↓		Ru ⁴⁴ _{101,7} ↓ Rh ⁴⁵ _{102,91} ↓ Pd ⁴⁶ _{106,7} ↓↓				
	VII	↓ ⁴⁷ _{107,880} Ag	⁴⁸ _{112,41} Cd	⁴⁹ _{114,76} In		⁵⁰ _{118,70} Sn		⁵¹ _{121,76} Sb		⁵² _{127,61} Te		⁵³ _{126,92} J				Xe ⁵⁴ _{131,3}		4
6	VIII	Cs ⁵⁵ _{132,91}	Ba ⁵⁶ _{137,35}	La ⁵⁷ _{138,92}	(Ce)	<p>1. Порядок элементов определяется номером элемента (закон Мозли).</p> <p>2. Вертикальный столбец определяется состоянием (уровнем) s, p, d, f последнего внедрившегося в сферу атома электрона (типы S, P, D, F).</p> <p>Периодичность обуславливается повторяемостью электронных конфигураций: s и p (последний квантовый слой) и d (предпоследний квантовый слой) электронов.</p> <p style="text-align: center;">Т и п ы э л е м е н т о в</p> <p>Тип S составляют те элементы, в электронную сферу которых последними внедряются s-электроны, начинающие новый квантовый слой. Элементы этого типа начинают новый период.</p> <p>Тип P — те элементы, в электронную сферу которых последними внедряются p-электроны, дополняющие последний квантовый слой до 8 электронов. Они заканчивают период.</p> <p>Тип D — те элементы, в электронную сферу которых последними внедряются d-электроны, дополняющие до 18 предпоследний квантовый слой.</p> <p>Тип F — те элементы, в электронную сферу которых последними внедряются f-электроны, дополняющие до 32 третий от конца квантовый слой.</p> <p>Последние элементы 1–6 периодов — инертные газы. Валентность их нулевая.</p> <p>Стрелка ↓ означает, что у данного элемента один s-электрон, а 2 стрелки — 2 s-электрона перешли в состояние d.</p>												
				⁵⁸ Ce _{140,13}	(Pr)													
				⁵⁹ Pr _{140,92}														
				⁶⁰ Nd _{144,27}														
				⁶¹ Pm	4 f													
				⁶² Sm _{150,43}														
				⁶³ Eu _{152,0}														
				⁶⁴ Gd _{156,9}	(Tb)													
				⁶⁵ Tb _{159,2}														
				⁶⁶ Dy _{162,46}														
	⁶⁷ Ho _{163,5}	4 f																
	⁶⁸ Er _{167,2}																	
⁶⁹ Tu _{169,4}																		
⁷⁰ Yb _{173,04}																		
⁷¹ Lu _{174,99}	Hi ⁷² _{178,6}	Ta ⁷³ _{180,88}	W ⁷⁴ _{183,92}	Re ⁷⁵ _{186,31}	Os ⁷⁶ _{190,2}	Ir ⁷⁷ _{193,1}	Pt ⁷⁸ _{195,23} ↓											
IX	↓ ⁷⁹ _{197,2} Au	⁸⁰ _{200,61} Hg	⁸¹ _{204,39} Tl	⁸² _{207,2} Pb	⁸³ _{209,00} Bi	⁸⁴ PO	⁸⁵ At	Rn ⁸⁶ ₂₂₂										
7	X	Fr ⁸⁷	Ra ⁸⁸ _{226,05}	Ac ⁸⁹	(Th ⁹⁰)	(Pa ⁹¹)	(U ⁹²)	<p>5 f</p>										
				⁹⁰ Th _{232,18}														
				⁹¹ Pa ₍₂₃₁₎														
				⁹² U _{238,07}														
				⁹³ Np														
				⁹⁴ Pu														