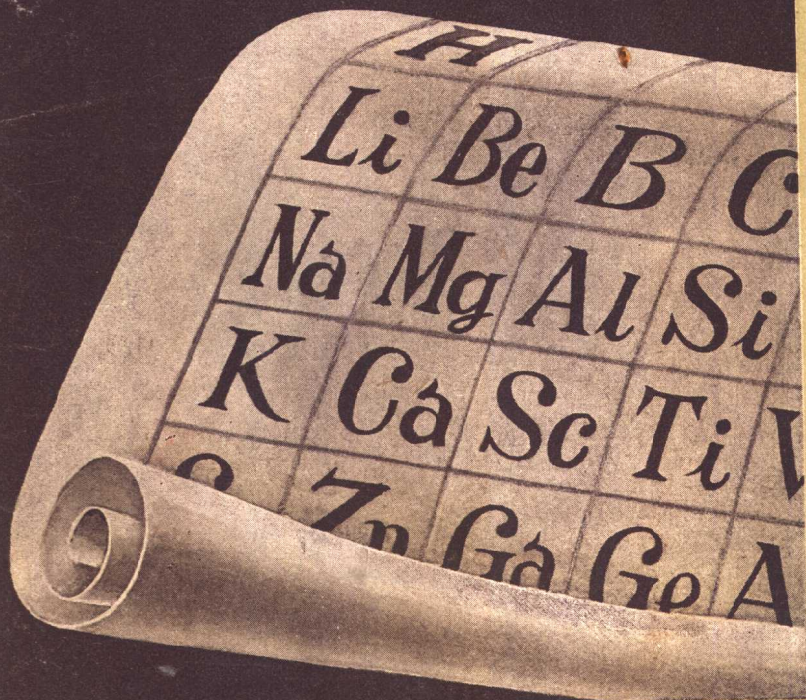


大众科学识丛

门捷列夫周期律

〔苏联〕柯立斯尼科夫



科学普及出版社

本書提要

門捷列夫周期律的發現，不僅在化學上開辟了一個新的紀元，而且對其他自然科學以及對哲學、對我們的世界觀也有極大的影響。

本書首先闡述了化學方面的幾個基本概念，如單質、化合物、原子和分子等，其次着重介紹了周期律的內容以及它的証實經過，最後對現代的元素周期表也作了概括的敘述。

總號：602

門捷列夫周期律

ЗАКОН МЕНДЕЛЕЕВА

原著者：А. Л. КСЛЕСНИКОВ

原出版者：ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, 1954

譯者：沈 瑞 年 顧 彤

出版者：科學普及出版社
(北京市西直門外柳條溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第091號

發行者：新 華 書 店

印刷者：北 京 市 印 刷 一 厂
(北京市西便門南大街乙1號)

開本：787 × 1092 $\frac{1}{2}$

1958年2月第1版

1958年2月第1次印刷

印張：1 $\frac{1}{2}$

字數：23,000

印數：12,000

統一書號：13051·67

定價：(9)1角5分

科学普及出版社出版

为人类服务的化学	А. Ф. 布揚諾夫著	0.58元
燃燒	黃炳榮等著	0.21元
半导体理論	涂象初著	0.20元
化学在国民經济中的作用	汪德熙著	0.14元
原子能化学	楊承宗等著	0.13元
高分子化合物	王葆仁著	0.13元
現在和未来的材料——纖維材料	А. 布揚諾夫著	0.21元
現在和未来的材料——可塑性材料	А. 布揚諾夫著	0.12元
現在和未来的材料——彈性材料	А. 布揚諾夫著	0.09元
苏联林产化学的成就	А. И. 卡尔宁什著	0.18元
地磁知識	徐靜明著	0.11元
磁是什么	К. П. 別洛夫著	0.20元
地球仪使用法	馬亘賢著	0.14元
極光、气暈和电离層	武汉大学物理系無線电物理研究組編	0.21元
地球物理知識圖片	中华全国科学技术普及协会編	2.80元
趣味的化学实验	刘遂生著	即出

新华書店發行

目 次

緒言.....	1
單質和化合物.....	2
原子和分子.....	3
世界上有多少種化學元素.....	5
自然界中的一條重要定律.....	7
科學家的預見.....	13
門捷列夫周期律是如何証實的.....	15
宇宙是由什麼組成的.....	18
現代的元素周期表.....	24

緒 言

亲爱的讀者，請回忆一下，您曾否想过：宇宙是由什么組成的？桌子、面包、衣服以及随路撿得的石头等各种东西是由什么組成的？这些千差万別的东西之間有沒有共同的地方呢？

大概，你們是想过的吧。每个有思維能力的人必然会思索到他們周圍的东西的性質問題。許多世紀以来，人們也一直在寻求着这一問題的答案。早在兩千多年以前，古希臘的哲学家們就曾說過，大地上的万物来自为数不多的几种本原——“元素”。火、水、空气和土壤就是这类“元素”。这类“元素”是世界上始終不变的基本物質，它們組成我們周圍的全部物体。后来，到中世紀，煉金术盛行起来。当时，煉金术家們企圖把普通的金屬变成貴金屬（金、銀）。他們認為：自然界中各色各样的物体仅仅是由三种“哲学元素”構成的，这三种“哲学元素”就是“硫”、“汞”和“鹽”。“硫”使物体具有燃燒的性能，“汞”使物体具有金屬的性能，而“鹽”使物体能溶解在水中，并具有硬素又味道。

近代科学証實了我們周圍的一切物体的确是由为数不多的几种“本原”、即宇宙界的基本物質組成的，这些基本物質就是現在所謂化学元素。但是，这些化学元素和过去的學者們所說的那些“哲学元素”却毫無共同之处。那时，他們認為“哲学元素”不是物質的，它們只是表明了各种物体的性質，只是人們的各种感觉的总和而已。

先进的唯物主义科学否定了这种非科学的观点。

斯大林曾說：“馬克思的哲學唯物主義認為，世界按其本質說來是物質的。”他又說：“唯心主義硬說，只有我們的意識才是真實存在着的，物質世界、存在或自然界只是在我們的意識中，只是在我們的感覺、觀念或概念中存在着的，而馬克思主義的哲學唯物主義却與此相反，認為：物質、自然界或存在，是在意識以外，不依賴於意識而存在着的客觀現實；物質是第一性的現象，因為它是感覺、觀念或意識的來源；而意識是第二性的現象，從生的現象，因為它是物質的反映，存在的反映；思維是發展到高度完善的物質的產物，即人腦的產物，而人腦是思維的器官；因此，如果不願意大錯特錯，便不可把思維和物質隔開。”

由此可知，世界上一切客觀存在着的東西都是物質的，宇宙中一切基本物質——化學元素——也是物質的。

有關宇宙界基本物質的科學的發展，是同發現了化學元素**周期律**的偉大的俄羅斯化學家門捷列夫的名字分不開的。

這本小冊子就要談談門捷列夫的元素周期律。

單質和化合物

水通電時，就分解為兩種新的物質——氫和氧。用火來燒石灰石，就可以把石灰石分解為碳酸氣和生石灰，而碳酸生石灰這兩種物質本身還可以繼續分解：前者可以分解為氧和碳，後者可以分解為氧和金屬鈣。

用各種不同的方法，如電解、加熱以及通過其他物質的作用，可以使自然界中的大多數物質分解，從一種物質獲得幾種更簡單的其他物質。

凡是一種物質，可以分解為另外幾種更簡單的物質的，叫做**化合物**。

但是，并不是每一种物質都能分解为另外几种更簡單的物質的。有一些物質是不能再分解的，它們是始終不变的，例如碳、氧、氫和鈣等物質就是不能再分解的；又如鉄和銅、氮和氣等物質也是不能再分解为更簡單的物質的。这些物質就是單質，也叫做化学元素。

原子和分子

約在 2,500 年前，古希臘的兩位唯物主义科学家留基伯和德謨克利特曾經提出过一种假說，認為世界上的一切物体都是由小得不能再分的物質粒子組成的，他們就把这种微小的物質粒子叫做原子。原子極小，肉眼是根本看不見它們的，所以物体在我們看来，就像是完整的一样。

在中世紀，原子学說是受到禁止的，因为教会知道，这种学說对宗教非常危險。自然界的那些神秘莫測的現象，以前是用神的力量来加以解釋的，而現在，唯物主义的原子学說却用自然原因来解釋它們；因此，教会就宣称原子学說是反宗教的，是罪惡的，公然認為科学研究会破坏人們对神的信仰，禁止人們对自然界进行科学研究。

从15—16世紀起，人类社会进入了一个生产力迅速發展的時代，于是科学就起而反对宗教。法国科学家伽桑狄在17世紀上半叶出版的一本著作中重新提出了古希臘唯物主义思想家的原子学說。他在書中写道：各种原子的形狀、大小和重量彼此是不相同的，但是，自然界中原子的种类并不多。那末，它們又是怎样組成自然界中一切形形色色的物体的呢？伽桑狄接着写道：正像由三十来个字母組成好几万个不同的單字一样，这些不同的原子組成了世界上一切物体。在各种不同的化合物中，原子結合为性質稳定的微粒，这就是分子。物体不同，它們的

分子就不同，这些分子中的原子不但数量不相同，而且形状也不相同。

我们运用了原子和分子的概念，就能够令人信服地解释自然界中的许多现象。

例如，为什么我们能闻到远处花朵的香味和各种芬芳物质的香味呢？要是我们假定，这些花朵和芬芳物质不是一个不可分的整体，而是由许许多多微粒构成的，那末，我们就可以回答这个问题了。这是因为这些微粒不断地从花朵和芬芳物质中飞散开来，有的飞入我们的鼻孔，于是我们就闻到香味了。

再如，水受热就蒸发、糖入水就溶化之类的人人知道的现象，也是很容易解释明白的。假使水和糖是不可分的整体，那就很难理解：糖怎么会溶化在水中，水受热怎么会化成蒸汽。但是，假使这些东西是由许许多多微粒组成的话，那末上述两种现象就很容易理解了。一块糖放在水中，它便在水中分解成许多肉眼看不见的微粒，分散在溶液中的各处；而水在蒸发的时候，水的微粒就飞离了水面，升入空中。

在伟大的俄罗斯科学家罗蒙诺索夫的著作中，原子学说获得了进一步的发展。他在他的论文中详细地阐述了那些既看不见又“摸不着”的物质微粒是如何组成自然界的各种物体的。

他认为，每一种物体都是由分子（那时，罗蒙诺索夫把分子称为“微粒”的）组成的。分子有同类分子和不同类分子两种。同类分子由一样的原子组成，不同类分子由不同的几种原子组成。同类分子构成单质，不同类分子构成化合物。

罗蒙诺索夫还认为，在化合物的分子中，原子的排列方式可以是不同的；同样的一些原子，由于排列得不一样，它们所组成的化合物的性质也就不一样。

现在我们知道，各种原子组成自然界形形色色物体的情

况，正如罗蒙諾索夫所指出的那样。

有一种化学元素，就有一种原子；而且每一种化学元素的原子的質量是不相同的。每一种化学元素的原子都有它一定的重量，和其他元素的原子的重量是不相同的。

世界上有多少种化学元素

早在18世紀末叶，化学家們在研究自然界中各种物体的成分时，就已經發現了二十几种不能再用化学方法来分解的物质，也就是說，發現了二十几种化学元素。19世紀初，又發現了許多新元素，如鉀、鈉、鋇、錳与鎂等。

以后，科学家們在进一步的探索中，又陸續發現了更多的新元素。化学家們对这些新發現的元素又进行了研究，并确定了它們的性質和原子量。

如果一个原子的重量用克来計算，那末，它是一个十分微小的数目，例如氫原子的重量只有0.000000000000000000000000167克，氧原子的重量是0.000000000000000000000002657克，約为氫原子重量的16倍。

这样小的数字是很难記憶的，計算起来也不方便。因此，化学上采用的不是某一化学元素原子以克为單位的重量，而是这种元素的原子量。化学元素的原子量是一个相对数，这个数字表示某一元素原子的重量比另外一种已知重量的化学元素原子重多少倍或輕几分之几。

最初，化学家們把最輕的元素氫当作原子量的比較單位，假定氫原子的重量为1。其他化学元素的原子量自然要比氫的原子量重，数值就要大于1。例如，鈉原子量为23，鉄原子量为56，金原子量为197，等等。

以后，人們又用氧原子来作比較标准，把氧原子的重量定

为整16，而把氧原子重量的 $\frac{1}{16}$ 作为一个原子量單位（在这种情况下，氢原子量为1.008）。

19世紀的头25年內，人們便为当时已知的化学元素規定了統一的化学符号。人們开始用一兩個拉丁字母来代表每种元素（用元素的拉丁文名称的第一个字母，或者用第一个字母和它后面的另一个字母来表示）。例如，用拉丁字母N表示氮元素（氮的拉丁文为Nitrogenium），Cu表示銅元素（銅的拉丁文为Cuprum），Sn表示錫（錫的拉丁文为Stannum），Au表示金（金的拉丁文为Aurum），Pb表示鉛（鉛的拉丁文为Plumbum），等等。

到19世紀中叶，化学家們已經知道了五十多种不能再行分解的物体，即五十多种元素，認為就是这五十多种元素構成了宇宙界。

但是，世界上究竟还有多少种尚未發現的化学元素呢？

这个問題，当时沒有人能够回答。

19世紀的化学家們也还不能回答另一个問題，就是各种不同的元素彼此有沒有連帶关系。19世紀上半叶，大多数化学家認為它們之間并無任何联系，因而他們認為，对于自然界中各种元素間的統一性、共同性的探求，將是徒勞無益的。在这时，化学家看来，各种化学元素是彼此毫無联系、毫無共同之处物質。

但是，实际情况是不是如此呢？

当时，在化学方面已經积累了大量的实验資料，不但研究了已經發現的全部化学元素的性質，而且还研究了这些元素所組成的許多化合物的性質，而这样的化合物，当时已达几千种之多了。为了要透徹地研究所有这些化合物，在化学上就需要有一个統一的有条理的系統，这一系統必須能把各种各样的元

素統一起來，並加以整理。

自然界中的一條重要定律

到19世紀60年代的末年，已經發現了63種化學元素。

當時，新元素的發現都是偶然的。化學家在研究某些物質的時候，一般不能預料會在哪裡、在什麼時候發現新的元素。

例如，化學家巴拉爾當時研究地中海鹽田里的鹽水，有一次，往鹽水里通氯氣的時候，發現鹽水變成了褐色。這一現象引起了這位科學家的研究興趣，最後他終於確定有一種臭味扑鼻的褐色液體使鹽水染上了這樣的顏色。結果，他發現了一種叫做溴的新元素。

碘、鎘及其他化學元素也是在像這樣的偶然情況下發現的。

這是1869年以前的情況。

1869年3月，彼得堡俄羅斯物理化學學會的會議上，宣讀了年輕的俄羅斯化學家門捷列夫的論文，這篇論文所講的是他所發現的化學元素的性質與原子量的關係。當時，門捷列夫正臥病在床，論文是由著名的俄羅斯化學家門舒特金代他宣讀的。門捷列夫在論文中寫道，他編了一份元素表，表內的元素是依照原子量由小到大的順序而排列的。從表里可以看到這樣一條奇妙的規律：元素的性質經過一定的間隔，也就是經過一定的周期而重複出現。因此，門捷列夫就稱它為元素周期表。

就像這樣，門捷列夫指出，每一種化學元素都是一種原子，不僅它們的原子量大小不同，並且它們在周期表中所占的位置也不一樣。

門捷列夫並不是從複雜多樣的化學元素中探求統一性的第



圖 1 偉大的俄羅斯化學家門捷列夫 (1834—1907)。

一位科學家。早在18世紀的時候，就曾經有過關於各種化學元素在性質方面存在着有規律聯系的想法。但是，在門捷列夫的發現以前，化學家們尋求各種化學元素之間的規律性的嘗試都失敗了。

現在假定我們面前擺着一組依照原子量由小到大的

順序而排列起來的化學元素。乍看起來，在這樣一個序列上，化學元素性質的變化似乎是沒有什麼規律的，沒有一種元素是和同它鄰近的元素相似的。然而，相似的地方是有的，只是不在彼此緊挨着的元素之間，而是在那種被另外一些性質不同的元素所隔開的元素之間。

圖 2 是門捷列夫首次發表的元素周期表的原樣。表中第一個元素是鋰(Li)，它是輕金屬，一般被稱為鹼金屬，它與水化合即成鹼。鋰元素的后邊有 6 個元素，它們的性質與鋰的性質不同，但是鋰后的第七個元素鈉(Na)，卻重現了鋰的性質；鈉也是鹼金屬。再隔開 6 個元素，也就是再經過一個周期，我們又看到了一個鹼金屬——鉀(K)。

我們再看一下，鋰元素后邊的那個元素鈹(Be)的性質是怎樣重復出現的（鈹是輕金屬，在門捷列夫元素周期表中它是第

元素周期表試作

(依照原子量及化学性質相类似的情况来排列)

		Ti=50	Zr=90	?=180
		V=51	Nb=94	Ta=182
		Cr=52	Mo=96	W=186
		Mn=53	Rh=104,4	Pt=197,4
		Fe=56	Ru=104,4	Ir=198
		Ni=Co=59	Pl=106,6	Os=199
		Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
H=1		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	Ce=92	
		?Er=56	La=94	
		?Yt=60	Di=95	
		?In=75,6	Th=118?	

門捷列夫

素
性

圖 2 1869年首次發表的化学元素周期表的原样。

三个元素)。原来，經過同一周期后，鈹元素的性質也重复出現了。也就是說，經過 6 个元素之后出現了鎂(Mg)，鎂也是輕金屬，其性質基本上与鈹的性質相似。再隔开 6 个元素，就是鈣(Ca)，其性質也像鈹和鎂。

位于硼(B)元素后第七个位置上的鋁(Al)元素也重現着硼的性質。氯(Cl)重現氟(F)的性質的情况也是如此。

然而，这一規律并不适用于所有的元素。从鉀元素起，凡

是具有相似化学性質的元素，彼此間隔的距离已經不是 6 个元素，而是 16 个元素了。^①

門捷列夫發現了这个規律之后，就把所有化学元素分成若干部分，也就是分成若干周期，然后，又把这几部分上下对齐，使性質相似的各种元素排在同一縱行內，自成一类：

鋰	鈹	硼	碳	氮	氧	氟
7	9.4	11	12	14	16	19
鈉	鎂	鋁	硅	磷	硫	氯 ……
23	24	27	28	31	32	35.5 ……

(数字表示元素的原子量)

同一週期內的元素，其性質的变化也不是偶然的，也完全有着一定的規律。試以鋰到氟这一周期为例。这一周期的第一个元素是化学性質比較活潑的金屬——鋰，它很容易与其他的物質化合；鋰后面的元素是化学性質比較不活潑的金屬——鈹；往后則是化学性質更不活潑、金屬性質也更弱的硼。再往后，我們看到，元素已經是从金屬过渡到了非金屬（碳，氮）了。这里，元素的化学活潑性是逐漸上升的：首先是氮，它最不活潑；其次是氧，氧是比氮活潑得多的非金屬元素；最后是氟，它是化学性質非常活潑的非金屬元素。

为了更清楚地了解元素的性質如何随着原子量的遞增在表中發生变化，讓我們来看一下元素的某些化学性質是怎样变化的。

例如，先拿元素的原子价这一重要的化学性質來說。某种

① 在現代的門捷列夫周期表中，化学元素的性質發生重復的現象，不是間隔 6 个和 16 个元素，而是間隔 7 个和 17 个元素，这是因为后来發現了惰性气体的緣故，这类惰性气体在元素周期表中組成了特殊的一类（請參閱圖 3 現代的門捷列夫元素周期表）。

元素的一个原子可以和其他元素一定数量的原子化合的性质，叫做原子价。氢原子的原子价最小，因此把氢的原子价定为1。

其他化学元素的原子价就是指它的一个原子可以和几个氢原子化合或可以置换几个氢原子而言。如果某元素的一个原子可以和一个氢原子化合，或可以置换一个氢原子，那末这一元素的原子价就是1，换句话说，这种元素就是一价的元素；如果某元素的一个原子可以和两个氢原子化合，或可以置换两个氢原子，那末这一元素就是二价的元素，依此类推。

然而，并非所有元素的原子价都是固定不变的。

例如，碳在一氧化碳(CO)中是二价，而在二氧化碳(CO₂)中却是四价，这要看化合物形成的条件而定。在这里，碳的原子价是根据氧来确定的，因为氧总是二价。如果某元素的一个原子与一个氧原子相化合（像一氧化碳那样），这就是说该元素是二价；如果某元素的一个原子与两个氧原子相化合（像上面的二氧化碳那样），那末这一元素的原子价就是4。

氧可以和大部分的化学元素化合。这种化合物叫做**氧化物**。研究元素的氧化物，就可以确定这些元素的原子价，并且弄明白原子价是如何随着元素在周期表中位置的不同而发生变化的。

門捷列夫发现，氧化物可以分成八大类。与此相适应，化学元素也可以分成好几类，每一类元素具有同一类型的氧化物。例如，锂、钾、钠等元素的氧化物，都是两个金属原子和一个氧原子相化合的氧化物，如氧化锂 Li₂O、氧化钾 K₂O、氧化钠 Na₂O 等。这些元素是一价元素类，正好都列在周期表的第一纵行内。

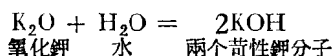
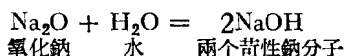
另一类元素所形成的氧化物是一个氧原子配一个金属原子，如氧化钙 CaO、氧化锌 ZnO。这类元素组成周期表的第二

縱行。这些元素的原子价为 2，这是它們在氧化物中的最高价。列在周期表第三縱行的是三价元素，其余类推。

每一个周期中都排列着八个基本类型的氧化物。如果看一下上面所列举的两个周期——从鋰到氟和从鈉到氯这两个周期，我們就能看到这些元素在氧化物中的最高原子价在周期中是自左至右（I、II、III、IV、……）遞增着，而最后一类則是惰性气体，其原子价降到零（見圖 3）。

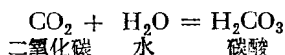
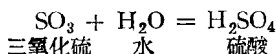
这样的情况在其他周期内也能看到。由此可知，随着原子量的不断遞增，元素的原子价也呈現着周期性的变化。

各种元素与氧化合所組成的氧化物虽然具有不同的化学性質，但是，却仍然有規則地排列在周期表里。头兩类是金屬氧化物，这种氧化物与水化合就产生一种特殊的化合物，这种化合物叫做鹼。大部分的鹼是不溶解于水的，但为数不多的几种鹼溶在水中就形成碱，如：



因为碱能破坏各种有机物，如脂肪、糖等，所以說它是苛性的。

非金属氧化物与水化合，就形成另一种化合物——酸，的味道很酸，能腐蝕金屬。一切酸的成分中都有氢原子，如：



属于酸性氧化物的，主要是元素周期表內第四类到第八类的氧化物。

由此可知，門捷列夫周期表中左边是鹼性氧化物，右边是

酸性氧化物，而位于中間的元素則鹼性逐漸減弱，酸性逐漸增大。例如第三和第四类元素，酸性和鹼性都不强。

門捷列夫元素周期表把以前是杂乱無章的化学元素統一成一个整体，从而表明了元素的自然順序。在門捷列夫的這一發現以前，各种化学元素似乎是彼此毫無联系、彼此孤立的，而周期律却証明事实并非如此。一切化学元素都相互制約着；正因为如此，元素才按一定的自然規則排列在周期表里。

門捷列夫周期律表明：一切化学元素，即構成人們周圍物体的一切基本物質，就其本質來說，是統一的。

同时，元素周期表还使人們能够科学地預見到自然界中尚未發現的新元素和它們的性質。这样一来，人們就可以不再盲目地去找尋自然界中的新元素了。

科学家的預見

在寻找各种化学元素彼此間的千絲万縷的联系方面，門捷列夫是以元素的原子量为根据的。然而，这位偉大的科学家在研究他所編制的元素周期表的时候，首先却想从中找出客觀上存在的自然規律，即元素性質随原子量不同而發生变化的規

律。

在編制那份有名的元素周期表时，門捷列夫不仅以原子量为依据，并且也以每个元素的性質为依据。

門捷列夫由于發現了元素性質的基本規律，确定了元素性質与元素在周期表中的位置的周期关系，从而作出了一个卓越的結論。他理解到：如果了解了元素的性質在周期中怎样發生变化，如果了解了各种元素的性質怎样周期地重复出現，化学家們就有莫大可能来檢驗元素的原子量是否正确，并且發現周期表的哪一个周期中元素还没有“完全填滿”，从而可以十分科