

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过
普通高中课程标准实验教科书

化学②

CHEMISTRY



Periodic table elements: K, Fe, Be, Ra, He, Ni, P, b, Hg, Mg, Cd

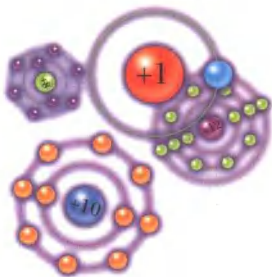
江苏教育出版社
JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE


必修

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过
普通高中课程标准实验教科书

化学②

主编 王祖浩



 江苏教育出版社
JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

必修

主 编 王祖浩
副 主 编 吴 星 刘宝剑 王云生

本册主编 王祖浩
副 主 编 王云生

书 名 普通高中课程标准实验教科书
化学2(必修)
主 编 王祖浩
责任编辑 丁金芳 李婷婷 丁建华
出版发行 凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社(南京市马家街31号 210009)
网 址 <http://www.1088.com.cn>
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京新华书制版有限公司
印 刷 江苏新华印刷厂
厂 址 南京市张王庙88号(邮编 210037)
电 话 025-85521756
开 本 890×1240毫米 1/16
印 张 7.25
版 次 2006年3月第2版
2006年3月第1次印刷
书 号 ISBN 7-5343-6007-2/G·5702
定 价 9.29元
订购电话 025-85400774,8008289797
批发电话 025-83260767,83260768,83260760
盗版举报电话 025-83204538

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
欢迎邮购,提供盗版线索者给予重奖

写给同学们的话

亲爱的同学们，首先祝贺你们进入高中学习阶段。回顾初中的化学学习经历，我们有过曲折，但更多的是快乐。虽然只是化学的启蒙，但已经初步了解了化学发展的历程，领略了化学科学的魅力，体验了科学探究的乐趣。高中课程的学习，我们将进一步领悟化学博大精深的科学思想，理解化学与人类文明的密切关系，学到更多有趣、有用的化学。

化学是什么？著名科学家 R. 布里斯罗在就任美国化学会会长期间撰写了一部经典的著作，名为《化学的今天和明天》。在该书的副标题中，化学被神圣地定义为“一门中心的、实用的、创造性的科学”。

与人类已知的几百万种生物相比，已知的化合物已达数千万种，近来每年化学家创造的新化合物就达 100 万种以上。

物质的结构决定物质的性质，物质的性质关系到物质的用途。时至今日，化学家们积累起来的知识和技术虽能使人们根据需要来设计材料的结构，但难以全部如愿。

化学与制药、石油、橡胶、造纸、建材、钢铁、食品、纺织、皮革等与国民经济息息相关的产业兴衰与共。据统计，大约有 50% 的工业化学家活跃在这些行业中。

为了保卫地球、珍惜环境，化学家们开创了绿色时代。“绿色化学”正在努力并且已经能够做到：使天空更清洁，使化工厂排放的水与取用时一样干净。

……

千姿百态的物质世界与高度发达的科学技术将一个飞速膨胀的知识系统呈现在眼前；而千变万化的自然现象诱发出无数充满好奇的中学生的思维火花。在这“多样”与“变化”的背后，同学们或许已隐隐发现，万物都有其变化的规律，这种规律就是通常所说的学问。高中化学课程将以一种新的方式来展现这些学问。

如果说初中阶段，我们只是泛舟荡漾在化学的河川之上，为沿途的旖旎风景所倾倒，那么一旦进入高中，我们会发现眼前的河面越加开阔，景色更加优美。扬起风帆，我们将遨游于神奇的化学海洋之中。

我细心观察过今天的高中学生，欣喜地发现，随着时代的进步，同学们的视野更为开阔，思维愈发活跃。教师们常常在为高中生各种新奇的创意与问题惊讶甚至烦恼的同时，不能不从内心叹服他们对化学内涵的深刻理解，以及表现出来的巨大思维潜力。有了如此乐观的基础，在高中化学必修和选修课程的学习过程中，同学们能体验到实验探究的乐趣，掌握科学研究的方法，感受化学在解决人类面临的重大挑战时所做出的贡献。总之，在学习化学基础知识、基本技能的同时，我们应从

简单入手，逐步学会解决复杂的问题，学会用化学的眼光和思维去审视我们赖以生存的世界，为日后参与社会决策打下一定的基础，从而获益终身。

《化学2》作为高一年级继《化学1》之后的必修课程，她提供了一系列展现化学学科特点的专题，如微观结构与物质的多样性、化学反应与能量转化、有机化合物的获得与应用、化学科学与人类文明等。在继承科学传统的基础上，本书更好地融合了学生的认知特征和化学学科发展的线索，建构了新的内容体系，阐述了核心的化学概念和原理，揭示了化学与社会发展的相互关系，并以同学们喜欢的风格设计出丰富多彩的探究活动，

不同功能的教材栏目体现了作者的编写理念，有助于同学们学习方式的多样化。

【你知道吗】引导同学们回顾已有知识，在新旧知识之间架起“桥梁”，联系自己原有的经验，激发探究的欲望。

【活动与探究】引领同学们积极投身实践活动，在“做中学”的自主探究中享受发现的快乐。

【交流与讨论】设置了一系列的问题情景，引导同学们展开讨论，为充分表现大家的聪明才智和丰富的想像力提供机会。

【观察与思考】展示的实验、模型、图表中蕴涵深刻的化学道理，帮助同学们开启化学思维。

【问题解决】在教材阐述的化学原理、规律之后插入相关的问题，考查同学们知识迁移和解决问题的能力。

【信息提示】以简捷的语言介绍化学的核心概念、基本原理、物质性质和技能方法等。

【拓展视野】提供更多、更生动的素材，使同学们在完成必要的学习任务之余开拓视野、进一步领略化学的奇妙和魅力。

【回顾与总结】提示同学们参照所给的问题或线索整理知识，以问题的形式联系本专题重点的知识、技能和方法，增加自我反思和评价的力度。

【练习与实践】帮助同学们巩固知识、应用知识解决某些实际问题。

化学，伴随我们一生的科学。在过去的岁月中，我们渴望了解化学，为此我们有过喜悦，也有过失望，但探索的步伐一直没有停息。今天，当我们以一种新的姿态来学习化学、理解化学时，我们眼中的物质世界将变得更加美好！让我们充满信心，用智慧和勤奋去努力地完成高中阶段化学必修课程的学习任务，登上更高的台阶。

王祖浩

2005年9月



专题1 微观结构与物质的多样性 1

- 2 第一单元 核外电子排布与周期律
- 12 第二单元 微粒之间的相互作用力
- 18 第三单元 从微观结构看物质的多样性



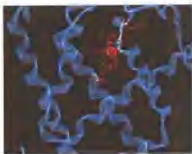
专题2 化学反应与能量转化 27

- 28 第一单元 化学反应速率与反应限度
- 32 第二单元 化学反应中的热量
- 38 第三单元 化学能与电能的转化
- 44 第四单元 太阳能、生物质能和氢能的利用



专题3 有机化合物的获得与应用 53

- 54 第一单元 化石燃料与有机化合物
65 第二单元 食品中的有机化合物
76 第三单元 人工合成有机化合物

**专题4 化学科学与人类文明 85**

- 86 第一单元 化学是认识和创造物质的科学
93 第二单元 化学是社会可持续发展的基础



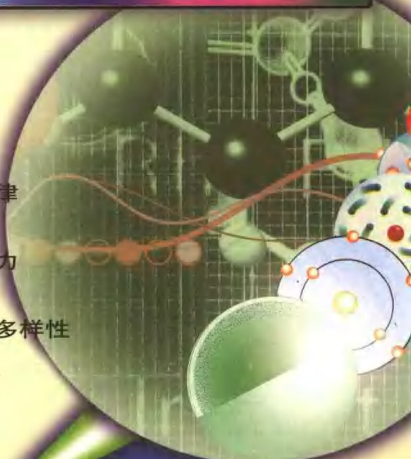
- 附录 I 相对原子质量表 100
附录 II 常见酸、碱和盐的溶解性表 (20℃) 101
附录 III 中英文名词对照表 102
附录 IV 化学必修教材涉及的化学方程式索引 104
元素周期表



1 专题

微观结构与物质的多样性

- 第一单元
核外电子排布与周期律
- 第二单元
微粒之间的相互作用力
- 第三单元
从微观结构看物质的多样性



我们已经知道,不同元素原子核外电子的数目各不相同。科学家运用多种方法研究这些电子在原子核外的运动状态,揭示了核外电子的排布规律。本单元我们将讨论元素原子核外的电子排布,认识元素性质与原子结构的关系。



原子核外电子的排布



你知道吗

观察图 1-1、1-2 所示的元素原子结构示意图。你能发现随着元素核电荷数的递增,元素原子核外电子的排布有什么规律吗?

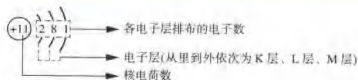


图 1-1 钠原子结构示意图

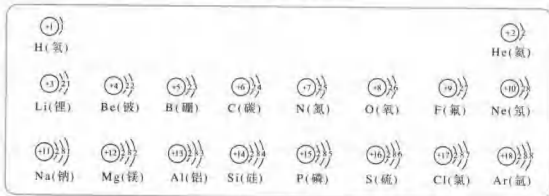


图 1-2 核电荷数为 1~18 的元素原子结构示意图

经过长期的研究,人们发现,含多个核外电子的原子中,电子运动的主要区域离核有远有近,在离核较近的区域运动的电子能量较低,在离核较远的区域运动的电子能量较高,即电子在原子核外是分层排布的。人们把核外电子运动的不同区域看成不同的电子层(electron shell),各电子层由内向外的序数 n 依次为 1、2、3、4、5、6、7……分别称为 K、L、M、N、O、P、Q……电子层。例如,钠原子核外的 11 个电子分别处于 3 个不同的电子层,排布在最外电子层(M 层)的 1 个电子能量最高。

原子核外各电子层最多能容纳的电子数是一定的。科学研究证明,电子在原子核外排布时,总是尽量先排在能量最低的电子层里,即最先排布 K 层,当 K 层排满后,再排 L 层等。



观察分析表 1-1 所示稀有气体元素的原子核外电子的排布，与同学讨论下列问题。

表 1-1 稀有气体元素原子核外电子排布

元素	各电子层的电子数					
	K	L	M	N	O	P
${}^2_2\text{He}$ (氦)	2					
${}^{10}_{10}\text{Ne}$ (氖)	2	8				
${}^{18}_{18}\text{Ar}$ (氩)	2	8	8			
${}^{36}_{36}\text{Kr}$ (氪)	2	8	18	8		
${}^{54}_{54}\text{Xe}$ (氙)	2	8	18	18	8	
${}^{86}_{86}\text{Rn}$ (氡)	2	8	18	32	18	8

1. 从稀有气体元素原子核外电子排布可知，K、L、M、N 电子层最多能容纳的电子数依次是多少？请由此推出原子核外各电子层最多能容纳的电子数和电子层数 n 的关系。

2. 各稀有气体元素原子中最外电子层最多能容纳的电子数是多少？次外电子层最多能容纳的电子数是多少？

以上分析说明，原子核外各电子层最多能容纳的电子数为 $2n^2$ ，最外电子层最多只能容纳 8 个电子（He 原子最外层只能容纳 2 个电子）。稀有气体元素原子中最外电子层都已经填满，形成了稳定的电子层结构。

元素周期律

分析核电荷数为 1~18 的元素原子核外电子排布可以发现，随着元素核电荷数的递增，元素原子最外层电子的排布呈现周期性变化，除 1、2 号元素外，最外电子层上的电子数重复出现从 1 递增到 8 的变化。



图 1-3 核电荷数为 1~18 的元素原子最外层电子数



交流与讨论

人们按核电荷数由小到大的顺序给元素编号,这种编号叫做原子序数。元素的原子序数在数值上等于该元素原子的核电荷数。

表1-2是原子序数为3~9和11~17的元素的原子半径数值。请与同学讨论,随着元素核电荷数的递增,元素的原子半径有怎样的变化规律。

表1-2 原子序数为3~9、11~17的元素的原子半径

3~9号 元素	₃ Li(锂)	₄ Be(铍)	₅ B(硼)	₆ C(碳)	₇ N(氮)	₈ O(氧)	₉ F(氟)	₁₀ Ne(氖)
原子半径 /pm	152	111	88	77	70	66	64	—
11~17号 元素	₁₁ Na(钠)	₁₂ Mg(镁)	₁₃ Al(铝)	₁₄ Si(硅)	₁₅ P(磷)	₁₆ S(硫)	₁₇ Cl(氯)	₁₈ Ar(氩)
原子半径 /pm	186	160	143	117	110	104	99	—

注: $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

1. 以横坐标表示元素原子核外最外层电子数,以纵坐标表示原子半径,将上表中有关原子半径的数据表示在图1-4的坐标系中,再分别把表示3~9号元素、11~17号元素原子半径数据的点用光滑曲线连接起来。

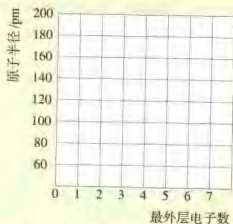


图1-4 3~9、11~17号元素原子的最外层电子数与原子半径

2. 分析图中曲线可以发现,3~9号元素或11~17号元素随着核电荷数的递增,原子半径的变化是_____。



随着元素原子序数的递增,元素原子最外层电子的排布和元素的原子半径(除稀有气体元素外)呈现周期性变化。那么,元素的性质是否有相应的周期性变化规律呢?

信息提示

元素的金属性与非金属性强弱

人们在长期的研究中发现,元素的单质和化合物的某些性质有助于判断元素的金属性、非金属性强弱:通常情况下,元素的金属性越强,它的单质越容易从水或酸中置换出氢,该元素最高价氧化物的水化物的碱性越强;元素的非金属性越强,它的单质越容易与氢气形成气态氢化物,气态氢化物越稳定,该元素最高价氧化物的水化物的酸性越强。

活动与探究



探究活动1 进行下列实验,探究钠、镁、铝单质的活动性强弱。

【实验1】切取绿豆大小的一小块金属钠,用滤纸吸干其表面的煤油。在一只250 mL烧杯中加入少量的水,在水中滴加两滴酚酞溶液,将金属钠投入烧杯中,观察并记录实验现象。

【实验2】将已用砂纸打磨除去氧化膜的一小段镁条放入试管中,向试管中加入适量的水,再向水中滴加两滴酚酞溶液,观察实验现象。再加热试管,观察并记录发生的现象。

【实验3】在两支试管中,分别放入已用砂纸打磨除去氧化膜的一小段镁条和铝片,再向试管中各加入 $2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸2 mL,观察并记录实验现象。

表1-3 探究钠、镁、铝单质的活动性强弱

实验	物质	Na	Mg	Al
与水的反应	与冷水反应			—
	与热水反应	—		—
与盐酸反应		—		

钠、镁、铝单质活动性强弱的顺序是_____。

探究活动2 阅读并分析表1-4, 根据硅、磷、硫、氯元素的气态氢化物的形成条件和气态氢化物的热稳定性, 探究硅、磷、硫、氯元素的非金属性的强弱。

表1-4 硅、磷、硫、氯元素的气态氢化物

元素	$_{14}\text{Si}$	$_{15}\text{P}$	$_{16}\text{S}$	$_{17}\text{Cl}$
单质与氢气的反应	高温下反应	磷蒸气与氢气能反应	加热下反应	光照或点燃时发生爆炸而化合
气态氢化物的化学式	SiH_4	PH_3	H_2S	HCl
最低化合价	-4	-3	-2	-1
气态氢化物的热稳定性	不稳定	不稳定	受热分解	稳定

按硅、磷、硫、氯元素的顺序, 从硅元素到氯元素, 元素的核电荷数递增, 气态氢化物的热稳定性如何变化? 硅、磷、硫、氯元素的非金属性如何变化?

探究活动3 阅读并分析表1-5, 根据11~17号元素最高价氧化物的水化物的酸碱性, 结合表1-4探究元素的金属性和非金属性的强弱变化规律以及元素的最高化合价和最低化合价(在气态氢化物中的化合价)的递变规律。

表1-5 原子序数为11~17的元素最高价氧化物的水化物

元素	$_{11}\text{Na}$	$_{12}\text{Mg}$	$_{13}\text{Al}$	$_{14}\text{Si}$	$_{15}\text{P}$	$_{16}\text{S}$	$_{17}\text{Cl}$	
原子结构示意图								
最高价氧化物的水化物	化学式	NaOH	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	H_2SiO_4	H_3PO_4	H_2SO_4	HClO_4
	最高化合价	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
	酸碱性强弱	强碱	中强碱	两性氢氧化物	弱酸	中强酸	强酸	酸性更强

(1) 11~17号元素最高价氧化物的水化物的酸碱性强弱的变化规律是_____；
11~17号元素的金属性和非金属性强弱的变化规律是_____。

(2) 11~17号元素的最高化合价和最低化合价的变化规律是_____；11~17号元素的最高化合价和最低化合价的数值与原子核外最外层电子数的关系是_____。

更多的研究表明，随着元素核电荷数的递增，元素的原子半径（除稀有气体元素外）、元素的金属性和非金属性、元素的主要化合价（最高化合价与最低化合价）都呈现周期性变化。

元素的性质随着元素核电荷数的递增而呈周期性变化的规律叫做元素周期律（the periodic law of elements）。元素周期律是元素原子核外电子排布随着元素核电荷数的递增发生周期性变化的必然结果。

元素周期表及其应用

人们把已经发现的元素按一定的规则排列成元素周期表。元素周期表直观地反映了元素的性质随着核电荷数的递增呈周期性变化的规律。

1	2											18	19	20	
H 1.008	He 4.003											Ar 39.948	K 39.098	Ca 40.078	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Li 6.941	Be 9.012	B 10.811	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	Ne 20.180	Na 22.990	Mg 24.305	Al 26.982	Si 28.086	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	Ar 39.948
19	20											37	38	39	40
K 39.098	Ca 40.078											Rb 85.468	Sr 87.62	Y 88.906	Zr 91.224
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Sc 44.956	Ti 47.88	V 50.942	Cr 52.00	Mn 54.938	Fe 55.845	Co 58.933	Ni 58.69	Cu 63.546	Zn 65.38	Ga 69.723	Ge 72.64	As 74.922	Se 78.96	Br 79.904	Kr 83.80
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb 85.468	Sr 87.62	Y 88.906	Zr 91.224	Nb 92.906	Mo 95.94	Tc 98.906	Ru 101.07	Rh 102.91	Pd 106.37	Ag 107.87	Cd 112.41	In 114.82	Sn 118.71	Sb 121.76	Te 127.6
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Cs 132.91	Ba 137.33	La-Lu 138.905	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.85	Re 186.21	Os 190.23	Ir 192.22	Pt 195.08	Au 196.97	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.2	Bi 208.98	Po 209
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Fr 223	Ra 226	Ac-Lr 227	Rf 261	Hf 260	Ta 260	W 261	Re 261	Os 262	Ir 262	Pt 263	Au 263	Hg 264	Tl 264	Pb 264	Bi 264
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Ra 226	Ac 227	Th 232	Pa 231	U 238	Np 237	Pu 244	Am 243	Cm 247	Bk 247	Cf 251	Es 252	Fm 257	Md 258	Nb 259	Lr 260

图 1-5 元素周期表



交流与讨论

仔细阅读研究元素周期表，与同学交流讨论下列问题。

1. 在元素周期表中，每个横行称为周期。在元素周期表中共有多少个周期？每个周期各有多少种元素？

在元素周期表中，每个纵行称为族。元素周期表中有哪些族？

2. 找出氮、硫、钠、铝、氦等元素在元素周期表中的位置（所在的周期和族），分析这些元素的原子核外电子层数、最外层电子数和元素所在的周期序数的关系。除氦元素外，其他各元素原子的最外层电子数与该元素所在的族序数有什么关系？

元素周期表中共有7个周期，1~3周期是短周期，4~7周期是长周期，第7周期还有尚待发现的元素。

在元素周期表中，I A~VII A族是主族元素，主族和0族由短周期元素、长周期元素共同构成；I B~VII B族是副族元素，副族和VIII族完全由长周期元素构成。

元素周期表是元素周期律的具体表现形式。同一周期元素（稀有气体元素除外）的原子，核外电子层数相同，随着核电荷数的递增，最外层电子数逐渐增加，原子半径逐渐减小，元素的原子得到电子的能力逐渐增强，失去电子的能力逐渐减弱。因此，同一周期的元素，从左到右金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强。



活动与探究

1. 阅读表1-6，从VII A族元素气态氢化物形成的难易程度和热稳定性看，你认为VII A族元素非金属性强弱变化有什么规律？

表1-6 VII A族元素气态氢化物的形成和热稳定性

元素 气态 氢化物	F	Cl	Br	I
形成的 难易程度	H ₂ 与F ₂ 混合，在冷暗处剧烈化合并发生爆炸	H ₂ 与Cl ₂ 混合，光照或点燃时发生爆炸	H ₂ 与Br ₂ 混合，加热时发生化合	H ₂ 与I ₂ 混合，加热时化合，同时又分解
组成	HF	HCl	HBr	HI
热稳定性	很稳定	稳定	较稳定	较不稳定

2. 试分析同一主族元素的金属性和非金属性随元素核电荷数的增加发生的变化。

同一主族元素的原子最外层电子数相同,随着核电荷数的增大,电子层数逐渐增加,原子半径逐渐增大,原子失去电子的能力逐渐增强,获得电子的能力逐渐减弱,元素的金属性逐渐增强,非金属性逐渐减弱。

问题解决



完成下列各题,利用图 1-6 表示元素周期表中元素金属性、非金属性的递变规律。

1. 在图中 4 个箭号旁的空格中分别用简要的文字说明元素金属性和非金属性的递变规律。
2. 在图中适当位置写出金属性最强的元素和非金属性最强的元素的符号。
3. 指出图中虚线右上方、左下方区域的元素是金属元素还是非金属元素。
4. 图中临近虚线两侧的元素既表现出一定的金属性,又表现出一定的非金属性。这给我们什么启示?

族 \ 周期	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VI A	VII A	0
1								
2				B				
3			Al	Si				
4				Ge	As			
5					Sb	Te		
6						Po	At	
7								

图 1-6 元素周期表中元素金属性、非金属性的递变

元素的原子结构决定了元素在周期表中的位置,元素在周期表中的位置反映了元素的原子结构和元素的性质特点。我们可以根据元素在周期表中的位置,推测元素的原子结构,预测其主要的化学性质。元素周期表能帮助我们更好地学习和研究化学。

元素周期表中位置相近的元素性质相似,人们可以借助元素周期表研究合成有特定性质的新物质。例如,在金属和非金属的分界线附近寻找半导体材料(如锗、硅、硒等),在过渡元素(副族和Ⅷ族元素)中寻找各种优良的催化剂(如广泛应用于石油化工生产中的催化剂铂、镍等)和耐高温、耐腐蚀的合金材料(如用于制造火箭和飞机的钛、钨等元素)。

元素周期表不仅对元素进行了分类,也揭示了一系列的科学观念,如结构决定性质、量变引起质变、复杂现象中蕴含着简洁的规律等,这对化学科学的发展起到了积极的推进作用。



门捷列夫与元素周期律




图 1-7 门捷列夫 (Д. И. Менделеев, 1834 - 1907)

在前人研究元素分类的基础上,1869年俄国化学家门捷列夫经过研究提出了元素周期律——元素的性质随着元素原子量(相对原子质量)的递增而呈周期性变化的规律,并列出了第一张元素周期表,这就是现代元素周期表的雏形。门捷列夫在表中为尚未被发现的元素留下了空格,并预言了这些元素的存在及它们的性质。他还指出当时公认的某些元素的原子量(相对原子质量)数据是不准确的,应重新测定。

1875年以后,门捷列夫关于类铝(镓)、类硼(铷)、类硅(锗)等元素性质的预言先后得到证实,元素周期表的空白不断被填补。元素周期律逐渐成为化学家研究元素及其化合物所不可缺少的工具,也为他们探索发现新元素提供了思路。

20世纪,物质结构理论的发展,进一步揭示了元素性质随着原子序数的递增而呈现周期性变化的本质原因。


 练习与实践

- 随着原子序数的递增,下列说法正确的是()
 - 最外层电子数逐渐增多
 - 原子半径逐渐减小
 - 元素的主要化合价逐渐增加
 - 元素的化合价、原子半径、最外层电子数、得失电子能力、金属性与非金属性呈周期性变化
- 与主族元素在元素周期表中所处的位置有关的是()
 - 相对原子质量
 - 核内中子数
 - 次外层电子数
 - 电子层数和最外层电子数
- 砹(At)是原子序数最大的卤族元素,推测砹及砹的化合物最不可能具有的性质是()
 - 砹是有色的固体
 - 砹易溶于有机溶剂
 - HAt很稳定
 - AgAt不溶于水
- 下列说法错误的是()
 - 钠的金属性比镁强
 - 溴的非金属性比氯强
 - 硝酸的酸性比磷酸弱
 - 水的热稳定性比氨强