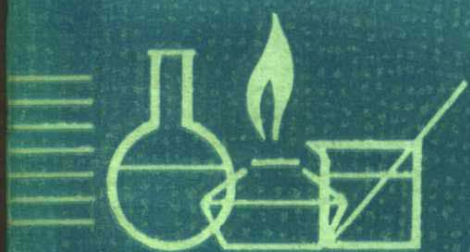


中学化学教学问答

(无机部分)



安徽人民出版社

中学化学教学问答

(无机部分)

石道元 周立江 周贺志

安徽人民出版社

中学化学教学问答

(无机部分)

石道元 周立江 周贺志

*

安徽人民出版社出版

(合肥市跃进路1号)

安徽省新华书店发行

安徽新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 8.125 插页: 4 字数 170,000

1980年9月第1版 1980年9月第1次印刷

印数 1—3,530

统一书号: 13102·43 定价: 0.66元

说 明

本书是在多年函授教学的基础上，结合当前中学化学教学的实际，将其中的重点和难点用问答的方式汇集编写而成的，分无机部分、有机部分两册出版。本书编写时注意由浅入深，从易到难；文字上力求简明扼要，通俗易懂；问题解答尽力做到深入浅出，理论联系实际。

编写本书是为了帮助中学化学教师，从理论上认识 and 解决教学中经常遇到的一些疑难问题，试图对提高中学化学的教学质量起到有益的作用。

本书初稿承安徽师范大学化学系张定荣教授、张义恒副教授等以及合肥一中张慎枢老师帮助审订，在此谨表感谢。本书出版后，恳切希望得到更多读者的批评、指正。

编 者

一九八〇年元月

目 录

一、元素周期表的理论基础是什么?	1
二、门捷列夫周期表有什么重要意义?	3
三、元素周期系的长表和短表有什么区别?	6
四、根据原子结构怎样解释同一周期及同一 主族元素性质的递变?	9
五、氢在周期表中应排在什么位置?	11
六、氢化物有哪几种类型?	13
七、惰气真的不起化学反应吗?	17
八、过渡元素有什么特征?	19
九、亚佛加德罗常数是怎样测定的?	26
十、什么叫电子云?	29
十一、四个量子数的物理意义是什么?	32
十二、离子键是怎样形成的?	36
十三、离子化合物有什么特点?	39
十四、共价键是怎样形成的?	41
十五、氧分子是双键结合的吗?	45
十六、共价键为什么具有饱和性和方向性?	50
十七、共价化合物有什么特点?	53
十八、如何区分离子键和共价键?	56
十九、极性键和非极性键有何区别?	58
二十、什么是极性分子和非极性分子?	60

二一、配位键是怎样形成的？	63
二二、金属键是怎样形成的？	65
二三、怎样认识无机含氧酸的结构式？	69
二四、什么是范德华力？	72
二五、范德华力与物质性质有什么关系？	74
二六、什么是离子极化？	76
二七、卤化银的溶解度为什么从氟到碘依次降低？	78
二八、同周期元素的氢氧化物为什么从左到右酸性 逐渐增强？	79
二九、硫酸铜的颜色为什么会多变？	82
三十、氧化汞加热为什么会变黑？	85
三一、碱土金属碳酸盐的分解温度为什么从 Be 到 Ba 逐渐增高？	86
三二、碳酸为什么不稳定？	88
三三、氢键是怎样形成的？	90
三四、氢键有几种类型？	91
三五、氢键有什么特征？	97
三六、水的物理性质为什么反常？	99
三七、水的密度为什么在4℃时最大？	100
三八、为什么氢氟酸在氢卤酸中酸性最弱？	101
三九、什么是水合作用？	102
四十、如何计算元素及化合物的当量？	104
四一、什么是化学反应速度？	109
四二、什么是活化能？	112
四三、浓度对化学反应速度有何影响？	118
四四、温度对化学反应速度有何影响？	123

四五、催化剂对化学反应速度有何影响？	126
四六、什么是化学平衡？	129
四七、什么是化学平衡常数？	130
四八、浓度对化学平衡有什么影响？	133
四九、温度对化学平衡有什么影响？	136
五十、压力对化学平衡有什么影响？	137
五一、什么是电离平衡常数？	139
五二、为什么强电解质的电离度都小于100%？	142
五三、离子化合物和极性分子的电离有什么不同？	144
五四、什么是水的离子积？	147
五五、什么叫 pH 值？	148
五六、如何测定溶液的 pH 值？	152
五七、什么是缓冲溶液？	153
五八、什么是酸？什么是碱？	158
五九、盐类为什么会水解？	167
六十、溶液的酸碱性对盐类水解有何影响？	173
六一、酸式盐的水溶液是酸性吗？	175
六二、明矾为什么能作为净水剂？	177
六三、过磷酸钙为什么不能和碱性肥料混合施用？	178
六四、什么是溶度积？	179
六五、碳酸钙为什么易溶于过量二氧化碳水溶液？	182
六六、什么是氧化还原反应？	183
六七、什么是氧化剂？什么是还原剂？	187
六八、原子价和氧化值有何区别？	191
六九、原电池为什么会产生电流？	196
七十、电极电位是怎样产生的？	197

七一、影响电极电位的因素是什么？	199
七二、电极电位是怎样测定的？	202
七三、什么是元素电位图？	207
七四、什么是电位——pH图？	211
七五、什么是干电池？	215
七六、什么是微电池？	216
七七、原电池和蓄电池有什么区别？	217
七八、锌与酸作用表面为什么会变黑？	219
七九、用 MnO_2 制取 Cl_2 时为什么需用浓 HCl 而不能 用稀 HCl ？	221
八十、为什么金属铁与稀酸作用只能生成 Fe^{2+} ？	222
八一、 Cn^+ 在水溶液中为什么不能存在？	223
八二、 KMnO_4 作为氧化剂使用时，为什么在 不同的介质中会得到不同的还原产物？	224
八三、 KMnO_4 与 H_2O_2 在酸性溶液中的反应可 写成两个化学方程式，哪个对？	227
八四、硝酸与金属反应被还原成哪些产物？	229
八五、什么是络合物？	234
八六、络合物是怎样形成的？	235
八七、络合物与复盐有什么区别？	240
八八、什么是分子筛？	241
八九、什么是离子交换树脂？	248
附录：对过渡元素的进一步说明	251
附表：元素周期表	254

一、元素周期表的理论基础是什么？

自从波义耳于一六六一年提出化学元素概念后，化学家们为了找到构成物质的各元素之间内在的规律性联系，曾提出过不少分类列表方法，例如金属和非金属的分类法，三素组法，八音律法和六元素族法等。但是这些分类法都没有把化学元素系统地联系起来，未能真正地解决化学元素的分类问题。

俄国化学家门捷列夫，在总结前人经验的基础上，进行长期而艰苦的科学研究，掌握了物质的质量是物质的一种性质，而物质的其他性质都是以这种性质为转移的规律。他认为把元素整理成系统的排列时，根据它们的性质与其原子量之间的关系来考虑，乃是最简便最自然的。门捷列夫把元素这样按照原子量递增的次序排列起来后，便发现每经过一定的间隔，即有化学性质相似的元素出现。也就是说相似性质的元素，随着原子量增加的次序，而呈周期性地出现着。门捷列夫总结了这一段的研究工作，于一八六九年提出了有名的周期律，为以后周期表的创立奠定了理论基础。

门捷列夫根据周期律，在一八七一年把当时已知的元素列成12个横排，并依次把这些横排重叠起来，使性质相似并能生成同类型化合物的各元素，位于同一纵行里，制成一表，叫做周期表。

以后随着化学的飞速发展，新元素的不断发现，周期表也逐渐得到充实和发展。在门捷列夫时代，已知的元素不过60多种，其中原子序数最大的是铀(92)，周期表中还有许多空位。现在不仅这些空位均被填满，而且新的元素依次增加到106号。将来再有新发现，只能是原子序数为107、108……

的元素了，并且第118号元素将是新的惰性气体。

在周期表结构方面，原来只有八个族。一八九四年莱姆赛发现惰性气体氩后，其结构得到进一步充实和发展。按氩的原子量为39.9看，应该放在钾(39.1)和钙(40.1)之间，但是那里没有为它多出空位。而后随着氦在地球上的发现，并证明它与氩同为化学惰性元素。于是，在原来的周期表中，便为它们增添了一个新族——零族。新的空格又促使其他惰性气体元素的发现。

氩和其他惰性气体位于同一纵行中，固然十分合理，但从原子量的渐增来看，氩与钾的位置恰好颠倒。新的矛盾更进一步地促进了周期表的发展。一九一四年莫斯莱肯定元素的原子序数与其核电荷数相等后，指出了作为周期表的真正基础不是原子量，而是元素的核电荷。

以核电荷为基础，不仅解决了氩与钾的原子量与其排列之间的矛盾，同时也解决了门捷列夫早已把钴与镍，碲和碘倒置的问题。从测定氩和钾的核电荷结果来看，氩是18，钾是19。这就说明，虽然氩的原子量较大，可是它应该排在钾的前面。钴和镍，碲和碘的核电荷与上述情况一样，恰好和它们在周期表中的顺序相符合。

由于核电荷比原子量更具有根本的意义，所以作为周期表的理论基础来说，它的现代提法是：元素的性质与其原子的核电荷数(原子序数)呈周期性的关系。即，元素的性质不是与原子量的周期函数有关，而是与原子的核电荷数(或原子序数)的周期函数有关。

附带说明，我们常用的“周期系”、“周期律”、“周期表”这三个名词，它们之间是有区别的；周期系是指自然界中

元素所形成的一个完整的体系；周期律是指元素周期性的规律；周期表则是指周期系统的表达形式。

二、门捷列夫周期表有什么重要意义？

根据周期律，一八七一年门捷列夫发表了周期表，他的周期表所表示的形式，和目前通用的周期表很类似。门捷列夫周期表的创立推动了现代化学科学和物理科学的发展，这主要表现在以下几个方面：

1. 预告新元素

门捷列夫在编排周期表时，许多在现在周期表中的元素，当时尚未发现。根据原子量递增的原则，他不仅为这些元素留下空位，而且还从和它们相邻的各元素(上、下、左、右)及其化合物的性质，详尽地推出了类硼(21号钪)、类铝(31号镓)、类硅(32号锗)这三种元素及它们化合物的性质。后来的化学家，在十年左右的时间里，果然发现了这三种元素。它们的性质和门捷列夫在一八七一年所预言的性质十分吻合，现将温克尔在一八八六年所发现的锗的性质和门捷列夫在一八七一年所预言的类硅的性质为例作以下比较：

类硅(Es)的性质	锗(Ge)的性质
可熔性金属，在炽热时挥发	灰色金属，在960℃左右熔化，高温时挥发
原子量 $Es = 72$	原子量 $Ge = 72.6$
比重在 5.5 左右	比重等于 5.5(20℃)
EsO_2 应该易被还原	GeO_2 易被碳和氢还原
EsO_2 比重接近 4.7	GeO_2 比重等于 4.703(18℃)
$EsCl_4$ 是液体，比重近于 1.9	$GeCl_4$ 是液体，比重 1.88(18℃)
在 90℃ 左右沸腾	在 83℃ 时沸腾

2. 修正原子量

在相当长的一段时间里，人们一直认为铍(Be)是一种类似铝的三价元素，把它的氧化物分子式写成 Be_2O_3 。分析这种氧化物的结果：9个重量单位铍和 16 个重量单位的氧相化合，铍的当量是 4.5，其原子量显然为 $3 \times 4.5 = 13.5$ 。但从周期表可以看出，铍只能有一个位置，即位于镁之上，是二价元素。由此，上面的 Be_2O_3 应改写为 BeO ；相应的铍的原子量也就修正为 $2 \times 4.5 = 9$ 。这一结论随后很快地被氯化铍蒸汽密度的测定所证实。与此类似的，门捷列夫还校正了下列几种元素的不可靠或不准确的原子量。

元 素	未校正的原子量	校正后的原子量	现在的准确原子量
铟(In)	75.4	114	114.76
钛(Ti)	52	48	47.90
铯(Cs)	123.4	130	132.61
钍(Th)	118	236	232.05
铀(U)	120	240	237.07

3. 推动物理学的发展

从物理学的发展上看，可以说周期表是它唯一的动力和指导原则。因为从波尔理论到量子力学，一切关于原子结构的建立，都是直接或间接地以门捷列夫周期表作为根据的，而原子结构理论则又是近代物理学的基础。由此可见，周期表在近代物理学中的作用是巨大的。例如周期律不但对了解放射元素的分布和性质有很大帮助(天然放射性元素在周期表中是有确定位置的)，而且给予放射性元素的蜕变系列以理论规范(移位原理)。周期律还指出了探索原子核结构规律性的途径。人们对超铀元素的合成，重核的裂变，轻核的聚

变等方面的研究工作，也都是在周期律的基础上进行的。这些研究，对于原子能的和平利用以及加速国防现代化，都具有巨大的意义。

4. 指导电子管和半导体材料的寻找

在周期表中，第Ⅰ、Ⅱ主族元素，特别是原子量较大的，如铯、铷、钡等元素能够做光电管及电子管的材料。在周期表中，位于金属和非金属交界的斜对角线附近的元素，如锗、硅、硒、碲都是很好的半导体材料，而第三主族元素和第五族主族元素都是半导体中最适宜的掺杂剂。此外，还发现许多有色金属的简单或多元的硫化物、硒化物和碲化物等都具有半导体的性质。总之，根据周期系列，人们可以按图索骥，进行各种各样的试验，这就不仅能获得更多、更好的半导体合成材料，而且还将有助于半导体化学理论的研究。

5. 促进地质化学的快速发展

门捷列夫周期表是反映自然界中元素的分布和迁移理论及实际问题的基本定律。门捷列夫曾据此作出这样的预言：短周期中的元素分布得要多一些。那么，由元素在周期表中的位置，我们就能较为准确地判断出：在自然界中某元素存在较多，某元素存在较少。

元素在周期表中的位置和其在自然界的分布情况是有密切关系的。大体上来说，性质上类似的元素常共存在一起。例如，谁也不去岩盐矿产地上找寻有冶炼价值的铁矿；但是可以断定，在食盐产地上将能找到碱金属(钾、铷、铯)和别的卤素(溴、碘)。至于自然界中的铂族元素(钨、铼、钨、铱、铑、钌、铂)，或是碱土金属元素等常在一起发现，则是这个规律的确凿证据。

6. 周期表的创立是科学上的一大伟绩

周期表有力地论证了自然界中最重要的规律之一——量变到质变的规律，反映出物质世界的统一性、发展性和可知性，这对于哲学和人们的世界观都有着深刻的影响。恩格斯曾对此作过高度的评价：“门捷列夫不自觉地应用了由量变到质变的规律，完成了科学上的伟绩。这种伟绩和列威尔之计算尚未知道的海王星的轨道，进而发现该星一事居于同等地位。”

此外，周期表对于寻找高熔点合金材料、耐腐蚀性合金材料、具有催化活性的元素、氧化剂和还原剂等等，都有十分重要的指导意义。

二十世纪以来，原子结构理论的发展，揭露了周期律和周期系的内在实质，并赋予门捷列夫周期系以新的解释，周期系也就具有更丰富的含义了。它对化学及其他自然科学发展的影响，正象著名英国化学家索蒂曾说过的那样：“门捷列夫周期律将永远是一切知识领域中用来解决最复杂，最多多样性科学问题的最可靠的指南针。”

三、元素周期系的长表和短表有什么区别？

周期表有多种形式，常见的有长表和短表。

门捷列夫短表 短式周期表共包括九个族七个周期。第一周期是特短周期，仅有2个元素。第二、三周期是两个短周期，各有8个元素。第四、五周期是两个长周期各有18个元素。第六、七周期是两个特长周期，各有32个元素。第七周期尚未完全。这四种周期内含有元素的数目，符合下列规律：

$$2 \times 1^2 \quad 2 \times 2^2 \quad 2 \times 3^2 \quad 2 \times 4^2$$

在九个族中,从Ⅰ到Ⅷ族每个族又分主族(A)和副族(B)。零族相应于主族,Ⅷ族相应于副族。主族从第一、二周期开始,副族从第四周期才开始。因此,主族有5——7个元素,而副族一般则只有3——4个元素。但是有几处显示例外:第Ⅷ族含有9个元素,即有3个元素在同一周期中并列着;第Ⅲ副族中,57号镧的一个位置,实际上代表着15个元素——镧系元素,或称第一系稀土元素;而89号铀的一个位置,同样也代表着15个元素——锕系元素(或称第二系稀土元素),这里所说的镧系元素是包括镧本身在内的,如果说“似镧系”,那就不包括镧元素本身了。

第一、二主族通常写在周期表中第一、二直列内的左边,而第三至七主族写在第三至七直列内的右边。此外,在短表中第四、五、六三个周期,都各有两个排。因此,对这些长周期来说,就有奇数排和偶数排的区别。每个偶数排从碱金属到铁系或铂系元素,有10个元素(第六周期偶数排57号镧代表15个元素),每个奇数排从铜副族到惰性气体,有8个元素。不完全的第七周期只有一个不完全的排,它在本质上是一个偶数排,也是从碱金属开始的(第89号的铀代表锕系元素);第一、二、三周期都只有一个排,就无所谓奇数和偶数了。在这些短的周期的排中,按元素性质来说,左边似同族偶数排的元素,右边似同族奇数排的元素。

周期	起 迄 元 素	元素数目	
1	H ————— ² ————— He	2	特短周期
2	Li ————— ⁸ ————— Ne	8	短 周 期
3	Na ————— ⁸ ————— Ar	8	
4	K ————— ¹⁰ ————— Ni Cu ————— ⁸ ————— Kr	18	长 周 期
5	Rb ————— ¹⁰ ————— Pd Ag ————— ⁸ ————— Xe	18	
6	Cs ————— ²⁴ ————— Pt Au ————— ⁸ ————— Rn	32	特长周期
7	Fr ————— Lw (不完 全)	32	

短表的主要优点，在于它的格式比较紧凑，主副族位于同一纵行里，便于它们的比较。其缺点乃是每族中的典型元素与分族元素之间的联系，没有明显地被表示出来。例如在第V族中，我们只能看到铈是砷的同族元素，磷是氮的同族元素；但是钒和砷对于磷的关系怎样，仍然是不清楚的。如果从某些偶然选择的、最明显的性质，也就是从磷和砷都有 RH_3 类型的氢化物，而钒没有这类化合物的情况出发，把砷分族划为第V族的主族，看作典型元素的延续；而把钒分族

划为第五族的副族，完全和氮、磷分离；显然，后者的安排是十分不合理的。这种情况也同样发生在其他族中，于是很多人便通过对短表的改造，提出了一些表式，试图来解决这一矛盾。维纳尔式长表就是其中之一。

维纳尔式长表 长表的特点是主族和副族分列，表的靠左二直列和靠右六直列(包括零族)为A分族，其余中部的直列为B分族。长的A分族就是主族，短的B分族就是副族。这是与短表主要不同之处。其次长表把每一个周期放在一排上，第四至六周期也只是一排。也就无所谓奇数排和偶数排了。当然为了避免表格形式不必要的拉长，镧系和锕系则仍然排在表外——表的底下。

这种长表的主要优点，在于金属和非金属分区明显，非金属占有表的右上角分区，此外每个元素只占一格，更好地反映了原子的结构和周期表的关系。

四、根据原子结构怎样解释同一周期及同一主族元素性质的递变？

同一周期中的主族元素，从左到右其性质递变最明显的表现，是金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强。第ⅠA族是典型的金属，第ⅦA族是典型的非金属。从化学观点来看，金属最显著的特征，是它的原子易失去电子而变成阳离子，非金属恰好相反，它的原子具有和电子结合成阴离子的性能。

在周期表中，第二、三两个短周期里都是主族元素，从Ⅰ到Ⅶ族，各元素的核电荷数逐渐增多，原子半径逐渐减小(如第三周期元素)。