



未 来 出 版 社

何 新 民 屈 直

高中化学竞赛 辅导讲座

高中化学竞赛辅导讲座

何新民 屈 直 编写

未 来 出 版 社

高中化学竞赛辅导讲座

何新民 编写
屈 直

未来出版社出版

(西安北大街 131 号)

陕西省新华书店发行 国营五二三厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 8.875 字数 184,000

1988 年 3 月第 1 版 1988 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—5,600

ISBN 7-5417-0033-9/G·8

统一书号: 7303·210 定价: 1.80 元

前 言

振兴中华，实现“四化”，需要大批具有创造性和开拓精神的人才。人才的培养和发现，在于各类基础教育和各种社会实践活动。化学竞赛是培养和发现热爱化学科学的青少年的一种途径。

近年来，全国各省市都相继开展了化学竞赛活动，涌现出一批喜爱化学的青少年。1987年，中国化学会已正式决定参加一年一度的国际奥林匹克化学竞赛。这对于培养“四化”建设人才，促进中学化学的课堂教学，无疑有着十分重要的意义。

《高中化学竞赛辅导讲座》是一本推动化学科技活动，配合第二课堂教学的知识性读物。本书以现行中学化学教材为依据，按照知识的逻辑顺序，分十个专题进行辅导。内容上，比教材有所加深和拓宽，不仅重视基本概念的辅导，也重视元素化合物知识的辅导。形式上，每讲除知识辅导外，还列举了很多省市的竞赛题作为例题，进行解题思路的分析和解答。每讲末附有相应的练习题和部分参考答案。全书共搜集了各省、市近年来的竞赛题 200 余道，以便了解各地的试题类型。

在编写过程中，力求突出化学教材的重点和难点，既重视知识的系统性和完整性，同时又注意启迪学生的思维，培养分析问题和解决问题的能力。考虑到竞赛的需要，每讲中

的例题除具有典型性外，还按照布卢姆的教育目标分类学，多选用了认识领域中分析、综合、评价等高层次的题目；练习题中，注意了因果选择、相关选择、配伍选择等选择题和填充题型的客观性试题，以便于测试和评估学生的学习水平。

本书可供中学化学教师在教学和辅导竞赛时参考，也是应考学生进行复习的良师益友。

谢斌同志审阅了全稿，并提出了不少宝贵意见，在此表示感谢。

由于我们的水平有限，难免出现错误和疏漏，恳请广大师生批评指正。

编 者

一九八七年十月

目 录

第一讲 原子结构和元素周期律

一、原子结构	(1)
1. 原子核和同位素.....	(1)
2. 核外电子排布.....	(7)
二、元素周期律和周期表	(14)
1. 元素周期律.....	(14)
2. 元素周期表.....	(16)
练习题.....	(21)
练习题参考答案.....	(25)

第二讲 化学键和分子结构

一、化学键	(27)
1. 离子键和离子的结构特征.....	(27)
2. 共价键.....	(31)
二、分子的极性	(33)
三、分子间作用力、氢键和晶体结构	(39)
1. 分子间作用力和氢键.....	(39)
2. 晶体的类型和性质.....	(42)
练习题.....	(46)
练习题参考答案.....	(51)

第三讲 化学反应速度和化学平衡

一、化学反应速度	(53)
1. 化学反应速度的概念	(53)
2. 影响反应速度的因素	(55)
二、化学平衡	(60)
1. 化学平衡和化学平衡常数	(60)
2. 影响化学平衡的条件	(66)
练习题	(72)
练习题参考答案	(78)

第四讲 电离平衡

一、电解质的电离	(81)
1. 电解质的概念	(81)
2. 强电解质和弱电解质	(82)
二、弱酸、弱碱的电离平衡	(84)
1. 电离度和电离常数	(85)
2. 影响电离平衡的因素	(89)
三、水的离子积和溶液的 pH 值	(92)
1. 水的离子积	(92)
2. 溶液的酸碱性和 pH 值	(93)
3. 有关 pH 值的计算	(95)
四、离子反应和盐类的水解	(98)
1. 离子反应和离子方程式	(98)
2. 盐类的水解	(101)
练习题	(103)

练习题参考答案	(108)
---------	-------

第五讲 氧化-还原反应

一、氧化-还原反应	(109)
-----------	-------

- | | |
|----------------------|-------|
| 1. 氧化-还原反应的基本概念 | (109) |
| 2. 物质的氧化性和还原性 | (110) |
| 3. 氧化剂的还原产物和还原剂的氧化产物 | (114) |

二、氧化-还原反应方程式的配平	(119)
-----------------	-------

- | | |
|--------------------------------|-------|
| 1. 一般氧化-还原反应方程式的配平 | (119) |
| 2. 包含复分解反应的氧化-还原反应方程式的配平 | (120) |
| 3. 自身氧化-还原反应(包括歧化反应)方程式的配平 | (121) |
| 4. 包含有“异常”化合价化合物的氧化-还原反应方程式的配平 | (123) |
| 5. 离子氧化-还原反应方程式的配平 | (124) |

三、电极上的氧化-还原反应(原电池、电解和电镀)	(125)
--------------------------	-------

- | | |
|--------------|-------|
| 1. 原电池和金属的腐蚀 | (125) |
| 2. 电解和电镀 | (128) |

练习题	(132)
-----	-------

练习题参考答案	(137)
---------	-------

第六讲 元素及其化合物知识

一、非金属元素及其化合物	(139)
--------------	-------

- | | |
|----------|-------|
| 1. 非金属单质 | (139) |
|----------|-------|

2. 非金属氢化物	(141)
3. 非金属含氧酸	(143)
4. 几种气体和阴离子的检验	(145)
二、金属的活动性及其化学反应	(147)
1. 金属键和金属的物理性质	(147)
2. 金属的结构特点和化学性质	(149)
3. 几种金属离子的检验	(155)
练习题	(157)
练习题参考答案	(161)

第七讲 有机物的结构、性质与反应类型

一、有机物的命名与同分异构现象	(163)
1. 有机物的命名	(163)
2. 有机物的同分异构现象	(166)
二、有机物的结构与性质	(171)
三、重要的有机反应类型	(176)
1. 取代反应	(176)
2. 加成反应	(178)
3. 消去反应	(180)
4. 氧化与还原反应	(180)
5. 酯化与水解反应	(181)
6. 成盐反应	(182)
练习题	(187)
练习题参考答案	(191)

第八讲 有机物的鉴别、推断与分离

一、有机物的鉴别	(194)
-----------------	-------

1. 烷烃的鉴别	(195)
2. 烯烃的鉴别	(195)
3. 炔烃的鉴别	(196)
4. 苯及其同系物的鉴别	(196)
5. 卤代烷的鉴别	(197)
6. 醇类的鉴别	(197)
7. 苯酚的鉴别	(198)
8. 醛类的鉴别	(198)
9. 羧酸的鉴别	(199)
10. 酯类的鉴别	(199)
11. 苯胺的鉴别	(200)
12. 葡萄糖与淀粉的鉴别	(200)
13. 蛋白质的鉴别	(200)
二、有机结构的推断	(202)
1. 根据性质推断结构式	(203)
2. 应用通式推断结构式	(206)
3. 通过计算确定结构式	(208)
三、物质分离的一般知识	(211)
练习题	(213)
练习题参考答案	(219)

第九讲 化学基本计算

一、有关化学量的计算	(221)
1. 阿佛加德罗定律的应用	(221)
2. 气体密度和相对密度的应用	(223)
3. 混和气体平均分子量的应用	(224)

二、溶液浓度的计算	(226)
1. 百分比浓度.....	(226)
2. 摩尔浓度.....	(228)
3. 当量浓度.....	(228)
4. 溶液浓度的相互换算关系.....	(229)
三、根据化学方程式的计算	(231)
1. 利用摩尔分析法求解.....	(232)
2. 利用差量法求解.....	(234)
3. 利用方程组求解.....	(235)
4. 利用当量定律求解.....	(238)
5. 利用关系式求解.....	(240)
练习题.....	(243)
练习题参考答案.....	(247)

第十讲 化学实验

一、化学实验基本操作	(248)
1. 物质的分离与提纯.....	(248)
2. 气体的干燥与净化.....	(251)
二、性质实验和定量实验	(253)
三、实验设计	(256)
四、物质的检验	(260)
1. 物质检验的一般知识.....	(260)
2. 物质检验的内容.....	(262)
3. 物质检验的应用举例.....	(262)
练习题.....	(266)
练习题参考答案.....	(271)

第一讲 原子结构和元素周期律

原子结构和元素周期律是中学化学的基础理论之一。原子结构是元素周期律的依据，元素周期律则是原子结构的体现。从内容上讲，原子结构分为原子核的组成和核外电子排布两部分，周期律分为元素周期律和周期表两部分。

一、原子结构

1. 原子核和同位素

原子核是由质子和中子构成的。质子和中子的相对质量都约等于 1。中子不带电，质子带 1 个单位正电荷。核内质子的电荷总数称为核电荷数。同一种元素的原子都具有相同的质子数，但可以有不同的中子数，因而一种元素可以有几种不同的原子，它们互称为同位素。

这一部分内容应特别注意以下几个方面：

(1) 质子数、中子数、电子数对原子性质的影响及其相互关系

原子核内的质子数是原子的最基本的参数。它决定了原子的核电荷数，也决定了原子核外的电子数。特别重要的是，它决定了元素的种类。一种元素的原子，无论它的核外电子数如何变化，甚至核内的中子数发生变化，元素的种类都不改变；一旦核内的质子数发生了变化，这种元素就变成另一种元素。

在原子核内质子数不变的情况下，不同的中子数决定了元素具有同位素。同位素原子间的相同点是核电荷相同，不同点是质量数不同，质量数是由核内质子数和中子数共同决定的。

原子在化学反应中的变化，归根结蒂是核外电子的变化。所以，核外电子数直接与原子的化学性质相关。而对化学性质影响最大的，则是原子核外最外层的电子数。

质子数、中子数、电子数之间以下两方面的关系，对于学习化学是十分重要的：

$$\textcircled{1} \text{核内质子数} = \text{核电荷数}(Z) = \text{核外电子数}$$

$$\textcircled{2} \text{原子的质量数}(A) = \text{质子数}(Z) + \text{中子数}(N) \\ \approx \text{原子量}$$

(2) 同位素的表示方法

一种元素可能包括几种核电荷数相同但质量数不同的同位素原子。为了区别同一元素的不同原子，需要在元素符号的左上方注明该同位素原子的质量数 A ，在元素符号的左下角注明核电荷数 Z 。

例如，氢的同位素有 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ ；碳的同位素有 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$ 等，在不很严格的情况下，核电荷数可以省略。例如 ${}^{235}\text{U}$ 、 ${}^{238}\text{U}$ 等。此外，要注意氢的同位素有专门的名称和符号： ${}^1_1\text{H}$ (H, 氕)、 ${}^2_1\text{H}$ (D, 氘)、 ${}^3_1\text{H}$ (T, 氚)。

(3) 质量数、同位素原子量、元素原子量之间的相互联系和区别

在教材中同时存在有质量数、同位素原子量和元素原子量这三个名词，它们的意义相近，容易混淆。搞清它们之间的联系和区别是重要的。

同位素原子量是个不确切的概念。其原因是，同位素在这里是一个代用名词。严格地说，一种元素由于核内中子数不同而有几种“核素”，这几种核素的关系是互为同位素。在中学化学中为了避免引入过多的概念，就用同位素代替了核素。所以同位素原子量实际上应当称为核素的原子质量。核素的原子质量是以1个 $^{12}_6\text{C}$ 原子的质量的 $1/12$ 为单位的，这个单位叫做“原子质量单位”，符号是 u 。 $1u = 1.6606 \times 10^{-27}\text{kg}$ 。所以，同位素原子量实际是有单位的。例如 $^{16}_8\text{O}$ 的原子质量是 $15.994915u$ 。不过，这个单位在运用时常常可以省略。原子质量单位不仅应用于核素，也应用于质子、中子、电子等。例如1个质子的质量为 $1.007u$ 。

同位素原子量实际等于该同位素（核素）原子核内质子的质量和中子的质量（都以 u 为单位）之和，电子的质量很小，可以忽略不计。因为质子和中子的质量在数值上都近似于1，所以同位素原子量是很近似于整数的小数。

质量数是把质子和中子的质量都取为1，然后相加得到的数值。所以，它是一个整数。质量数是对元素的某种同位素（核素）而言的，它近似等于该同位素原子量。对于一种元素来说，它往往包含几种同位素，所以元素没有一个统一的质量数。

元素是具有相同核电荷数的一类原子的总称。一种元素往往包含有几种同位素，而且元素的各种同位素在自然界的分布是相当均匀的。例如，无论什么地方的水中，或由水所制取的氢气中，都既含有 ^1_1H ，也有 ^2_1H ，而且它们的原子个数的比例几乎是固定不变的。所以，元素的原子量被规定为自然界存在的该元素的1摩尔原子（包含有各种同位素）的

质量，与1摩尔 ^{12}C 原子质量的1/12相比而得到的比值。实际上它是由该元素所含各种同位素原子量，及其在自然界的原子数百分率计算出来的一种平均值。所以，元素的原子量没有单位，也不一定接近于整数。在化学中，凡未加特别说明，“原子量”通常是指元素的原子量。

(4) 元素原子量的计算方法

如果用 A 表示元素的原子量，用 A_1 、 A_2 、 A_3 ……表示该元素所含各种同位素的原子量，用 a_1 、 a_2 、 a_3 ……表示各同位素在自然界的原子数百分数，则

$$A = A_1 \cdot a_1\% + A_2 \cdot a_2\% + A_3 \cdot a_3\% + \dots$$

需要注意， a_1 、 a_2 、 a_3 ……是原子数的百分数而不是质量的百分数。

例1 选择题

①由 ^{16}O 和 ^2H 组成的水(D_2O) 10克中，中子数为：
A. $2N$ B. $4N$ C. $5N$ D. $6N$ E. $10N$ F. $12N$

(1985年浙江省竞赛题)

②决定原子种类的微粒是：A. 质子 B. 电子 C. 中子 D. 质子 + 中子

(1985年山东烟台市竞赛题)

③氢有三种不同的原子： ^1H ， $^2\text{H}(\text{D})$ ， $^3\text{H}(\text{T})$ 。关于 H^+ 、 D^+ 、 T^+ 间的相互关系，下列说法中最确切的是：A. 是同一种元素 B. 是同一种原子 C. 是同一种离子 D. 是同一种单质

(1986年江苏宜兴竞赛题)

④某元素R的阴离子 R^{n-} 核外共有 x 个电子。该元素原子的质量数为 a ，则该元素原子里含有中子数是：A. $a - x + n$

B. $a+x-n$ C. $a+x+n$ D. $a-x-n$ E. $x-a+n$

(1986年上海市嘉定县竞赛题)

【分析】

①供选择的答案中， N 是阿佛加德罗常数。1摩尔中子的数目就是 $1N$ 。所以本题实际上是求10克重水(D_2O)中含中子多少摩尔。1摩尔重水(20克)中所含中子摩尔数等于1摩尔 ^{16}O 与2摩尔 2H 中所含中子摩尔数之和，即 $8+2 \times 1=10$ (摩尔)，所以10克重水(0.5摩尔)中含中子为5摩尔。

②原子种类不是元素种类。一种元素可能因核内质子数相同中子数不同而有几种不同的原子。所以，决定原子种类的不仅是核内的质子数，还有中子数。

③ H^+ 、 D^+ 、 T^+ 是由氢的三种同位素原子形成的离子，显然不能说它们是同一种离子，因为它们的原子核内中子数不同；更不能说它们是同一种原子或同一种单质。但可以说它们属于同一种元素，因为它们的原子核具有相同的核电荷数。原子可以在化学反应中得到或失去电子，但只要核电荷不变，元素种类也不发生变化。这三种微粒都属于氢元素。

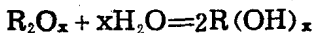
④阴离子 R^{n-} 获得了 n 个电子。所以 $x-n$ 是元素 R 原子核外的电子数，等于核内的质子数。该原子的质量数为 a ，因此中子数应当是 $a-(x-n)=a-x+n$ 。

【解答】①C；②D；③A；④A。

例2 主族元素 R 的最高价氧化物0.112克，溶于水制得100克碱性溶液，其浓度为0.148%， R 原子核中含20个中子。通过计算，推知 R 是什么元素？写出其名称（要求有推求过程）。

【分析】 本题的思路应是设法求出元素R的原子量。在大多数情况下，原子量近似等于其含量最多的同位素的质量数，将质量数减去中子数就可求得核电荷数，从而确定元素名称。但根据本题所给条件，通过计算直接得出原子量是不行的，因为计算中有两个未知数，一是原子量A，一是元素的化合价x，而只能列出一个方程，最后只可能得出A与x的关系式，然后由讨论法确定元素名称。

【解答】 设R的原子量为A，化合价为x



$$\begin{array}{ccc} 2A + 16x & & 2(A + 17x) \\ 0.112 & & 100 \times 0.148\% \end{array}$$

$$(2A + 16x) : 0.112 = 2(A + 17x) : 100 \times 0.148\%$$

解得：A = 20x

当x=1时，A=20，则原子核中不含质子，这是不可能的；当x=2时，A=40，40-20=20，20号元素为Ca；当x=3时，A=60，则质子数为40。在已知元素中除H外，其余元素的原子核中中子数与质子数的比都等于或大于1，而且随原子核电荷数的增大这个比值增大。所以质子数多于中子数是不可能的。因而x≥3都不可能。可见元素R为Ca。

例3 某元素的原子量为69.72，原子序数是31，有两种同位素，它的一种同位素的原子质量是68.9，原子百分含量为60%。则该元素两种同位素原子核中的中子数分别为：

- A. 39, 40 B. 39, 41 C. 38, 41