

高中复习丛书

化学



54
740

化 学

(高中复习丛书)

北京 101 中学
北京大学附中
清华大学附中
人民大学附中

简国材 首弟柄
刘石文
吴敦衡 著
岑树华

原子能出版社

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

北京通县张家湾印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张9.5·字数220千字

1985年9月北京第一版·1985年9月北京第一次印刷

印数001—70000·统一书号: 7175·684

定价: 1.60 元

前 言

本丛书由清华大学附中，北京大学附中，人民大学附中，北京101中，石油学院附中等重点学校的十几位有经验的教师编写。

参加《化学》编写的有北京101中简国材、首第柄，北京大学附中刘石文，清华大学附中吴效衡，人民大学附中娄树华。

本书共分三部分六章。利用对比、归纳、图表等使知识系统化，条理化，便于学生理解和记忆。书中带*部分为高要求。

本书每章后都有练习题，习题类型全面，灵活、量大。着重在培养学生综合利用所学的知识解决实际问题的能力。对较难的习题给出提示，进行分析并指出常易犯的错误，还附有答案。

本书最后附有三个综合练习，其目的在于检查学生在复习后对内容的实际掌握能力。

学生应在复习的基础上作练习。作完一个综合练习后，应从其中发现你存在的知识缺陷，补上此缺陷后再作等二个综合练习。

目 录

一、化学基础	(1)
(一) 物质结构和元素周期律	(1)
(二) 化学反应速度和化学平衡	(12)
(三) 电解质溶液	(49)
(四) 化学方程式和离子方程式	(68)
二、单质和无机化合物	(81)
(一) 物质的分类	(81)
(二) 单质的性质	(85)
(三) 单质的制备方法	(103)
(四) 无机化合物的性质	(108)
(五) 无机化合物的制备方法	(134)
三、有机化学	(147)
(一) 有机化合物的特点	(147)
(二) 有机化合物的分类及其他	(148)
(三) 命名	(151)
(四) 烃类化合物的结构特征和特 性	(154)
(五) 糖类蛋白质	(160)
(六) 有机化合物的制取	(164)
(七) 有机化学反应的基本类型	(169)
(八) 有机化合物的鉴别方法	(170)
(九) 根据性质和计算确定结构式	(174)

四、基本计算	(182)
(一) 有关摩尔、克当量的计算	(182)
(二) 有关气体的计算	(189)
(三) 有关溶解度和溶液浓度的计算	(194)
(四) 根据分子式和化学方程式的计算	(202)
五、化学实验基本操作	(215)
(一) 常用化学仪器及其使用	(215)
(二) 化学实验的基本操作	(218)
(三) 物质的分离和提纯	(222)
(四) 气体的制备和收集	(231)
(五) 物质的检验	(242)
(六) 由化合物制取化合物	(253)
(七) 化学试剂的存放	(254)
六、综合练习	(257)
练习一及部分答案	(257)
练习二及部分答案	(272)
练习三及部分答案	(285)

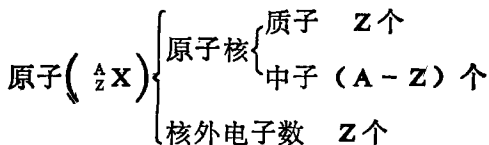
一、化学基础

(一) 物质结构和元素周期律

为了深入了解物质性质及其变化规律，必须研究物质结构，物质结构包括原子结构、分子结构和晶体结构等，而原子结构是基础。可以用原子结构观点，进一步认识元素和化合物性质的递变规律，即元素周期律。从而更好地学习其它有关的理论和知识。

1. 原 结 结 构

(1) 组成原子的微粒间的关系



质子数 (Z) = 核电荷数 = 核外电子数

质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)

在核电荷数相同的微粒中，当 Z = 核外电子数时为中性原子；当 Z > 核外电子数时为阳离子；当 Z < 核外电子数时为阴离子。

(2) 用原子结构观点来认识元素和同位素的概念

元素是具有相同质子数的同类原子的总称（包括游离态和化合态，元素论“种”不论“个”）。

具有相同的质子数和不同的中子数的同一元素的原子互称同位素（目前已发现的元素有107种，而却有一千多种原子，其中有288种是天然同位素。四分之三以上的元

素都有同位素)。

例如, 氢的同位素有 ${}^1_1\text{H}$ (氕), ${}^2_1\text{H}$ (氘, 常用D表示), ${}^3_1\text{H}$ (氚, 常用T表示); 氯的同位素有 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$, ${}^{37}_{17}\text{Cl}$; 碳的同位素有 ${}^{12}_6\text{C}$ (作为衡量原子量标准的稳定同位素), ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{14}_6\text{C}$ 。(它们虽为不同原子, 但都属于某种元素。

(3) 四个数、两个量

质子数、中子数、核外电子数、质量数; 原子量和平均原子量。

掌握平均原子量的计算方法: 平均原子量等于该元素各种同位素的原子量分别乘以它们的丰度(即该同位素在自然界中的原子个数百分含量)的总和。

例 1 氮有两种同位素, ${}^{14}_7\text{N}$ 占91%, ${}^{15}_7\text{N}$ 占9%。求氮元素的平均原子量。

$$\text{平均原子量} = 14 \times 91\% + 15 \times 9\% = 14.063$$

答: 氮的平均原子量为14.063。

(4) 核外电子

电子云: 电子在原子核外空间一定范围内出现的机会, 就好象带负电荷的云雾笼罩在原子核周围, 故叫做电子云。

核外电子的运动状态, 应当由“层”、“形”、“伸”、“旋”四个方面决定, 如下表所示:

电 子 层	表示电子离核的远近, 近者能量低: $1s < 2s < 3s$	举 例: M层 ($n=3$)
电子亚层	相同电子层中, 电子云形状不同者, 能量不同: $ns < np < nd < nf$	有 s、p、d 3 个亚层
电子云的伸展方向	同一电子亚层中, 电子云的伸展方向不同; 电子云伸展方向数就是轨道数	$1 + 3 + 5 = 9$ (轨道数)
电子的自旋	有顺、逆时针两个方向	最多容纳 ($9 \times 2 =$) 18个电子

由上表举例可见：第 n 电子层，有 n 个亚层， n^2 个轨道，最多可容纳 $2n^2$ 个电子。

例 2 某元素原子的电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 。它的原子核外有几个电子层？每层上有多少个电子？核外共有几个电子？核电荷数是多少？

答 该元素的原子核外有 3 个电子层，第一层有 2 个电子，第二层有 $(2 + 6 =) 8$ 个电子，第三层有 $(2 + 5 =) 7$ 个电子，核外共有 17 个电子，核电荷数为 17。

(5) 要求：准确、熟练地书写、运用四种符号、五种图式。

四种符号 以钠为例，表示如下：

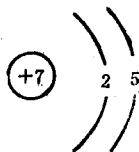
元素符号 Na 化合价符号 Na^{+1}

离子符号 Na^{+} 同位素符号 ${}_{11}^{23}\text{Na}$

五种图式 以氮为例，表示如下：

电子排布式 $1s^2 2s^2 2p^3$

原子结构简图 图 1-1



分子式 N_2 结构式 $\text{N} \equiv \text{N}$

电子式 $\cdot \ddot{\text{N}} \cdot$ $:\text{N}:::\text{N}:$

2. 原子结构与周期表的关系

原子结构决定元素的化学性质，又决定元素在周期表的位置，三者关系如下



元素所在的周期数 = 该元素的核外电子层数

主族元素所在的族序数 = 该元素最外层电子数 (零族元素最外层电子数, 氦为 2, 其他为 8) = 最高化合价数

例 3 根据下列元素原子结构的特点, 推断各是什么元素? 并运用周期表知识比较其最高氧化物的水化物的酸碱性 (要有对比物)。

(1) A 元素的 + 2 价离子的特征构型为 $3s^2 3p^6$,

(2) B 元素的 - 2 价离子与氩原子的电子层结构相同,

(3) C 元素原子核外有 4 个电子层, 最外层有 1 个电子, 次外层有 8 个电子。

(4) D 元素某同位素的质量数为 35, 原子核内有 18 个中子。

分析 本题关键是要确定元素在周期表中的位置。

答 (1) 依题意可知: A 在第 4 周期、IIA 族, 是钙; B 在第 3 周期、VIA 族, 是硫; C 在第 4 周期、IA 族, 是钾。

(2) D 的质子数 = 质量数 - 中子数 = $35 - 18 = 17$

$\therefore$ 质子数 = 原子序数 = 核外电子数 = 17 $\therefore$ A 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 。由此可知该元素在第 3 周期 VIIA 族, 是氯。

(3) 以氢氧化镁为对比物

由左至右，最高氧化物的水化物碱性渐弱、酸性渐强

自氧碱渐 上化性弱 而物渐 下的强 ，水， 最化酸 高物性	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
	3		Mg(OH) ₂			H ₂ SO ₄	HClO ₄
	4	KOH	Ca(OH) ₂				

由此可见：

碱性 $\text{KOH} > \text{Ca(OH)}_2 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HClO}_4$

酸性 $\text{KOH} < \text{Ca(OH)}_2 < \text{H}_2\text{SO}_4 < \text{HClO}_4$

例 4 某元素的最高氧化物的分子式为 R_2O_5 ，其气态氢化物中含 H 17.6%；又知该元素的一种同位素的原子核中有 7 个中子。

(1) 求该元素的原子量；

(2) 写出该元素在周期表的位置及名称

解 已知该元素的最高正化合价为 +5，则其负化合价 = $5 - 8 = -3$ （主族元素的族序数减去最高正化合价为其在气态氢化物中的负化合价），气态氢化物的分子式为 RH_3 。

设 R 的原子量为 x

$$\frac{3}{x} = \frac{17.6}{100 - 17.6} \quad x = 14$$

该元素的核电荷数 = 质量数 - 中子数 = $14 - 7 = 7$

故该元素原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$ ，位于第 2 周期 VA 族，是氮。

答：该元素的原子量约为 14，在周期表中位于第 2 周

期、VA族，是氮。

3. 分子结构

(1) 化学键

①定义：在相邻的两个或多个原子间的强烈的相互作用，叫做化学键。

②特征

键能：在气态时，要破坏每摩尔键所需要的能量，叫做键能。键能越大，键越强，结合得越牢固。

键长：在分子中，两个成键的原子的核间平均距离叫键长。一般键长越短，键越牢固。

键角：分子中两键之间的夹角叫键角。键角决定分子中原子的空间位置。

键的极性：由于键的正、负电荷重心不重合，而呈现出的极性叫键的极性。

*键的极性大小由两元素电负性差值大小决定。一般讲电负性差值 >1.7 为离子键；电负性差值 $=0$ 为非极性键；电负性差值介于二者之间时为极性键。

③键的类型

离子键

定义：阴、阳离子间通过静电作用所形成的化学键叫离子键。

形成条件：原子间必有电子转移、一般在活动金属原子和典型非金属原子相遇时可形成离子键。如IA、IIA与VIIA、VIA族间易形成。

表示法：可用电子式及轨道表示式。

特性：无方向性；也无饱和性。

共价键

定义：原子间通过共用电子对（电子云重叠）所形成的化学键叫共价键。

形成条件：一是自旋方向相反的未成对电子配对，二是电子云重叠越多则越稳定。

表示法：电子式，轨道表示式。

特性：有方向性，饱和性。

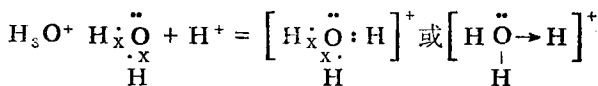
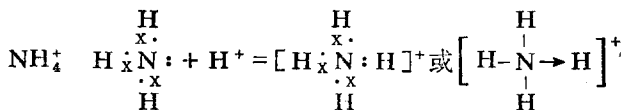
共价键 { 非极性：由同种原子形成的共价键，共用电子对不偏移，如Cl-Cl键。
极性键：由不同种原子间形成的共价键、共用电子对偏向电负性（非金属性强）大的元素原子一方。如H-F键。

配位键（特殊的共价键）

定义：电子对由一个原子单方面提供而跟另一个原子共用而形成的共价键叫配位键。

形成条件：可用 $A \rightarrow B$ 表示，给予体A有孤对电子，接受体B有空轨道。

例如：



金属键：金属晶体里的金属离子与自由电子之间存在较强的相互作用，叫金属键。在金属单质或合金中都有金属键，它没有饱和性和方向性。

(2) 分子的极性

①非极性分子：在分子内，电荷的空间分布是对称的。
如卤素单质、 O_2 、 N_2 、 H_2 、 CO_2 、 BF_3 、 CH_4 、 CCl_4 等。

②极性分子（极性化合物）：在分子内，电荷的空间分布不对称。如 H_2O 、 H_2S 、 NH_3 、 $CHCl_3$ 等

(3) 分子间作用力和氢键

①分子间作用力（范德华力）

实质：是比化学键弱得多的一种分子间的电性引力。通常每摩尔几千卡。

对物质性质的影响：分子间作用力越大，克服分子间引力就大，熔、沸点就高。组成和结构相似的物质，随分子量增大，熔、沸点升高。

*②氢键

形成和本质：一般在含有几乎成为“裸露质子”的氢原子与含有电负性大、半径小的F、O、N等非金属原子的分子之间可形成氢键、例如， HF 、 NH_3 、 H_2O 和 C_2H_5OH 等。

表示法 $X-H \cdots Y$

（有空轨道）（有孤对电子）

对物质性质的影响：由于有氢键，分子缔合，如 $(HF)_n$ 、 $(H_2O)_n$ 、 $(NH_3)_n$ 等，所以熔、沸点较高。

电性引力 化学键 > 氢键 > 分子间作用力

（数量级） 100 10 1

(4) 四种晶体类型（见本书《单质和无机化合物》）

练 习

1. 氯有两种天然同位素。已知 $Z = 17$, $N_1 = 18$, $N_2 = 20$, 原子量为 34.96885 的占 75.53%, 原子量为 36.96590 的占 24.47%。求:

(1) 氯的两种同位素的质量数;

(2) 氯的原子量。

2. 氮元素的原子量为 14.008, 它是由 ^{14}N 和 ^{15}N 组成。求氮元素中 ^{15}N 和 ^{14}N 的百分含量。

3. 某元素 M 0.9 克与稀盐酸反应生成 MCl_2 , 置换出 0.05 摩尔氢气; M 的原子核里有 14 个中子。根据计算结果, 写出它的电子排布式。

4. 下表是元素周期表的一部分, 回答下列问题。

	I _A	II _A	III _A	IV _A	V _A	VI _A	VII _A	0
二				①	②	③		
三	④		⑤			⑥	⑦	⑧
四	⑨						⑩	

(1) 写出这十种元素的名称和元素符号。

(2) 在这些元素中, 化学性质最不活泼的是什么? 为什么?

(3) 在非金属元素的最高价氧化物所对应的水化物中, 酸性最强的是____; 在金属元素氧化物所对应的水化物中, 碱性最强的是____。

(4) 在④、⑤、⑥、⑦这四种元素的原子中, 原子半径最小的是__, 最大的是__。

(5) 在⑥、⑦、⑨这三种元素的简单离子中，半径最小的是__，最大的是__。

(6) 元素④跟元素⑥所形成化合物的电子式是__，元素⑨的最高氧化物所对应的水化物的电子式是__。

(7) 单质⑦能把⑩从它的某些化合物中置换出来吗？为什么？单质⑨能把④从它的化合物的水溶液中置换出来吗？为什么？

5. 有A、B、C、D、E五种元素。0.1摩尔A的单质恰好与1120毫升（在标况下）氯气完全反应；3.9克A跟足量B的氯化物水溶液反应，放出0.1克氢气，并生成B的氢氧化物沉淀4.9克；2.8克C的单质跟足量稀硫酸反应，生成0.05摩尔氢气；0.1摩尔C的单质跟含0.1摩尔B的硫酸盐溶液反应，可析出6.4克红色固体；D的最高化合价的绝对值为最低化合价绝对值的三倍，这种元素的气态氢化物的分子量与其最高价氧化物分子量之比为1:2.35，它在自然界中丰度最大的一种同位素的原子核中含有相同数目的质子和中子；单质A可与单质E剧烈化合成AE，0.1摩尔单质E可跟0.2摩尔 Br^- 离子在水溶液中完全反应。试判断A、B、C、D、E各是什么元素？

6. 元素A、B、C、D，均在前四周期，其原子序数依次增大，价电子数则依次为3、1、2、6；A、B、C次外层都有8个电子、D次外层有18个电子。问A、B、C、D各是什么元素？

7. 有 x 、 y 、 z 、 u 四种元素，其中 B^{2-} 和 C^+ 都具有与Ar相同的电子层结构，并知 $x + y + z + u = 82$ 及 $u = y + z$ 。试根据周期表知识比较 x 、 y 、 z 最高氧化物的酸碱性（要有对比物）。

8. 下列七种物质中, 由非极性键形成的非极性分子是__, 由极性键形成的极性分子是__, 只由离子键形成的离子晶体是__, 既有离子键、又有共价键和配位键的离子晶体是__。

N_2 、 NH_3 、 NH_4Cl 、 $BaCl_2$ 、 $Ba(OH)_2$ 、 CCl_4 、 H_2

9. 化合物 YX_2 、 ZX_2 中, X 、 Y 、 Z 都是前三个周期的元素, X 和 Y 处于同周期, Y 和 Z 属于同主族, Y 原子的最外电子层中 p 亚层电子数等于前一电子层的电子总数。 X 原子最外电子层 p 亚层中有一个轨道是填充了两个电子的, 则 X 的电子排布式为____, Y 的电子排布式为____, Z 的电子排布式为____, YX_2 的分子式是____, 电子式是____它是____分子(填极性或非极性), 其晶体类型是____晶体; ZX_2 的分子式是____, 其晶体类型是____晶体。 YX_2 的熔、沸点比 ZX_2 的__。

10. 有 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 六种元素。 A 的单质光照下可与氢气发生爆炸性化合; BA_2 在水溶液中可电离出具有相同电子层结构的离子; C 、 D 处于同一周期, C 的氯化物溶于水后溶液显酸性, D 的最高正价与负价绝对值之差为4; E 的气态氢化物的水溶液呈碱性; 用铂丝沾少许 FA 在无色火焰上灼烧, 透过蓝色钴玻璃观看, 火焰呈紫色。则 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 的元素符号依次为__、__、__、__、__和__; BA_2 的电子式是。

部 分 答 案

1. (1) 35, 37; (2) 35.453 2.
 ^{15}N 占0.8%; ^{14}N 占99.2% 3. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 $3p^1$ 4. (5) K^+ , s^{2-} ; (7) 可以, 不可以