

10
中学数理化复习丛书

高中化学

GAOZHONG HUAXUE

凌宗云编

G633.8
93
ZHONGXUE
SHULIHUA
FUXI
CONG
SHU

上海科学技术出版社

中学数理化复习丛书

高中化学

凌宗云 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4 字数 84,000

1985年8月第1版 1985年8月第1次印刷

印数: 1—10,7500

统一书号: 13119·1268 定价: 0.56 元

内 容 提 要

为了帮助初、高中毕业班教师搞好总复习阶段的教学,也为了帮助初、高中学生搞好总复习,我们约请本市一些有多年教学经验的教师编写了《中学数理化复习丛书》,本丛书一套十种:数学六种、物理两种、化学两种。

本书对高中化学教材进行系统整理,抓住其内在联系,把教材分为六章。每章都有复习基本要求,内容提要,并配有适当例题和经精选过的习题。书末有较详细的题解,供读者参考。

本书可供高中毕业班学生和教师总复习化学时参考,也可供自学青年使用。

前 言

本书是为了帮助学完了高中化学而进行总复习的教师和同学们,便于理解、掌握教材中的主要内容而编写的。

本书把中学化学教材进行整理,抓住教材的内在联系,把教材分成六章,每章分成四部份。第一部份为目的要求,提出各章复习的基本要求。第二部份为内容提要,根据各章的目的要求对一些重要的内容作扼要的叙述。第三部份为实例,通过例题的讨论培养分析问题、解决问题的能力。第四部份为习题。

学生在复习时可先看本书中每章的目的要求。然后按章节顺序阅读教材,对照本书学习提要部份进行仔细阅读。阅读时要联系实例,理解基本概念、理论要点、重要规律、运算原则及应注意的地方。最后在做习题时,要在得出结果以后,再去对照答案。即使回答正确,也一定要读一遍“解答”。其中有时和自己解题方法不一致,那末从比较中找出最优化的解法,也是很有帮助的。

由于编者水平有限,书中缺点、错误及不妥之处希读者批评指正。在编写过程中得到张沛生、吴人杰两位老师的帮助,在此一并致谢。

凌宗云 写于向明中学

一九八四年八月

目 录

第一章	物质结构	1
一	无机物	1
二	原子、分子、离子	6
三	化学量	8
四	化学式 化学方程式	14
五	核外电子排布	17
六	化学键	20
习题一		23
第二章	物质的状态	28
一	物质三态	28
二	气体-气态方程式	30
三	溶解和溶解度	33
四	溶液的浓度	35
五	胶体溶液	38
习题二		39
第三章	物质的变化	41
一	化学反应和热	41
二	化学反应速度	43
三	化学平衡	44
四	电解质溶液	49

五 氧化-还原反应	54
习题三	59
第四章 物质的性质	63
一 元素周期律和元素周期表	63
二 第2、3周期的非金属元素及其化合物	67
三 金属元素及其化合物	70
四 碳的化合物	73
习题四	82
第五章 化学实验	87
一 常用的仪器及试剂	87
二 主要气体物质的制取和收集	88
三 物质的检验	92
习题五	96
第六章 化学综合计算	100
一 有关分子式的计算	100
二 有关溶液浓度的计算	102
三 有关反应物是混合物的计算	104
习题六	108
答案	110
附录一 本书所用符号	118
附录二 主要关系式	118

第一章 物质结构

复习要求

1. 掌握无机物的分类、通性、相互联系及相互转化的规律。

2. 搞清原子、分子、离子等基本概念,掌握组成原子的三种基本微粒的性质、作用和相互联系。

3. 理解描述核外电子运动状态的四个方面和核外电子排布所遵循的三条原则,并能熟练写出1~36元素的电子排布式、轨道表示式。

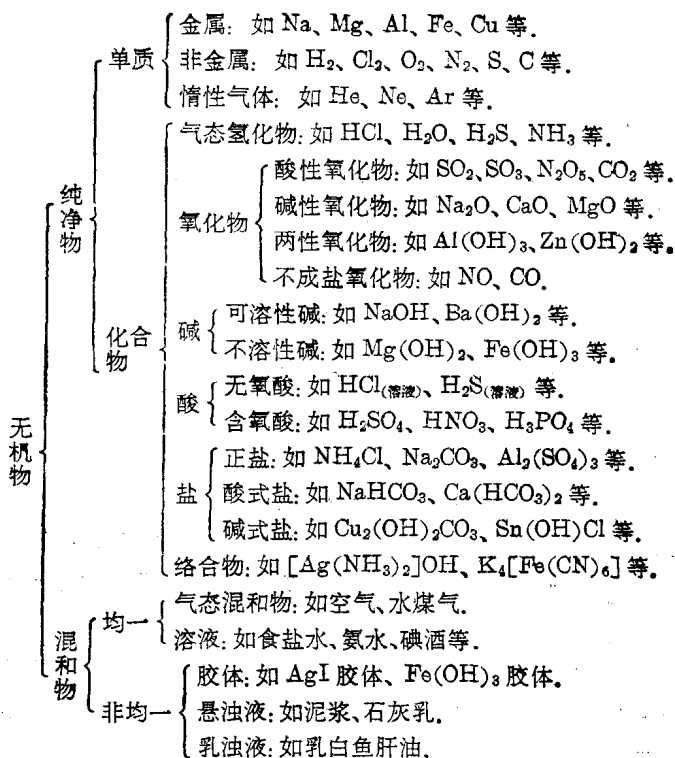
4. 搞清三种基本的化学量,熟练掌握摩尔,气体摩尔体积的计算,摩尔与物质的微粒、气体的体积、克当量之间的相互换算。

5. 掌握化学键,离子键、共价键(包括配位键)、金属键等三种化学键的概念,搞清离子化合物、共价化合物的形成和性质,以及这些化合物的性质跟它们的化学键型的联系。

6. 理解并能初步判断极性分子、非极性分子,离子晶体、原子晶体、分子晶体和金属晶体。

一 无 机 物

1. 无机物分类



说明 1) 构成物质的成分叫元素, 目前已发现 107 种元素. 元素的游离态构成单质, 元素的化合态构成化合物. 天然无机物约几十万种, 大部份是混合物.

2) 均一是指物质各部份的性质和组成都相同. 非均一是指物质各部份的性质和组成不相同.

3) 物质的分类无严格界限, 如硅既具有非金属性, 也具有某些金属性质, 只是它的非金属性质更为显著.

4) 物质的分类有各种不同的方法, 如酸可分为强酸和弱酸; 也可分为一元酸、二元酸和多元酸等.

5) 通过实例把气态氢化物如 HCl 、 H_2S 、 NH_3 和它们的

水溶液加以区别。

6) 把络合物如 $K_4[Fe(CN)_6]$ 和复盐 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 加以对比区别。

7) 由同种元素组成的不同性质的单质叫做同素异形体。

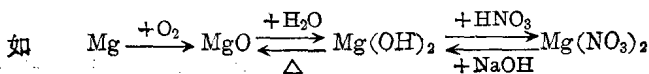
2. 无机物之间的相互联系

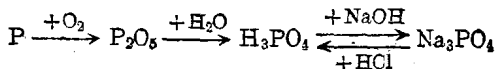
金属及其化合物 / 非金属及其化合物	金属	碱性氧化物	碱	盐
	金属	碱性氧化物	碱	盐
非金属	无氧酸盐	—	—	新盐和新非金属
↕				
酸性氧化物	—	含氧酸盐	盐和水	—
↕				
酸	盐和氢气	盐和水	盐和水	新酸和新盐
↕				
盐	新盐和新金属	—	新碱和新盐	二种新盐

说明 1) 上述表中的反应仅表示物质的通性。不包括某些物质的特殊性。如金属一般不与酸性氧化物发生反应，但某些活泼金属如 Mg 能与 CO_2 反应生成 MgO 和 C。

2) 通过表格中某一物质与性质对立物质间反应规律的讨论可以归纳出金属、非金属、碱性氧化物、酸性氧化物、酸、碱、盐等物质的通性。如酸的通性是能与金属、碱性氧化物、碱和盐等物质反应。熟练地掌握这些通性，对学好元素化学极为重要。

3) 还要抓住金属 $\longleftrightarrow$ 碱性氧化物 $\longleftrightarrow$ 碱 $\longleftrightarrow$ 盐，及非金属 $\longleftrightarrow$ 酸性氧化物 $\longleftrightarrow$ 酸 $\longleftrightarrow$ 盐。这二条元素单质及化合物之间纵的联系。通过实例加以讨论。





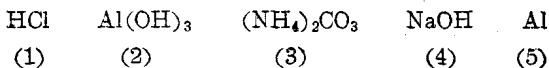
3. 判断物质间的反应可掌握以下两点

(1) 性质对立的两类物质之间能相互反应。

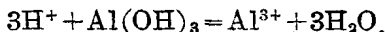
(2) 一般地说性质对立越显著(性质差异越大)反应越容易进行,所需要的条件越低。

例1 下列各物质,哪些能相互发生反应,写出能反应的化学方程式。盐酸、氢氧化铝、碳酸铵、烧碱溶液、铝。

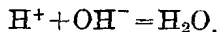
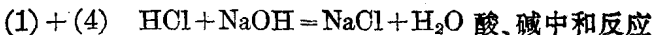
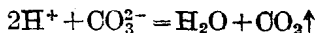
分析 解题时要按一定顺序,避免杂乱,可先把反应物编号运用上述原则逐一加以讨论。



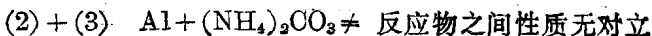
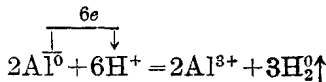
解 (1) + (2) $3\text{HCl} + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 酸、碱中和反应

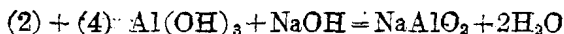


H^+ 与 CO_3^{2-} 性质对立。

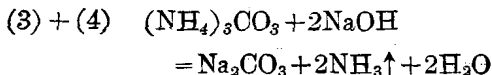
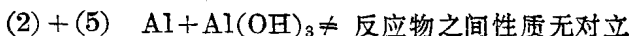


具有还原性的 Al 与具有氧化性的 H^+ 的性质对立。

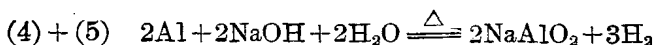
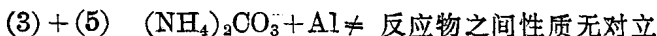
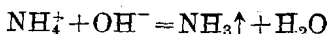




酸、碱性质对立



NH_4^+ 与 OH^- 性质对立。

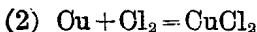
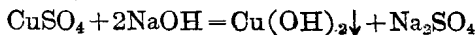
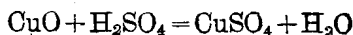
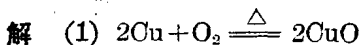


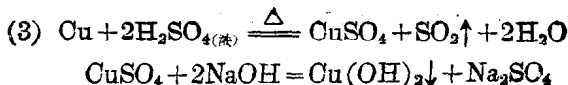
具有还原性的 Al 与 H_2O 电离的 H^+ 的氧化性及 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与 NaOH 性质的对立。

学会运用对立统一法则判断化学变化，可以避免死记硬背化学方程式。培养分析问题和解决问题的能力。

例 2. 试用化学方程式表示 $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$ 的变化。
(至少举出三种不同的方法)。

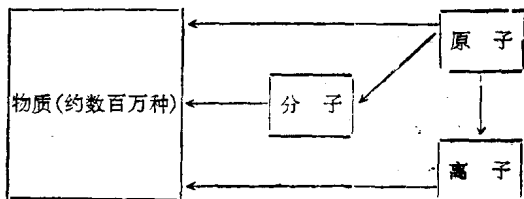
分析 由于氢氧化铜是不溶性碱，因此不能由它对应的金属氧化物与水直接化合而制得。因此先要把金属转化成可溶性的盐，然后通过盐和碱的反应，制得不溶性碱。根据无机物之间的联系，从铜制取可溶性铜盐，至少有下列三种途径：第一 $\text{Cu} \xrightarrow{+\text{O}_2} \text{CuO} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CuSO}_4$ ，第二 $\text{Cu} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{CuCl}_2$ ，第三 $\text{Cu} \xrightarrow{+\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})} \text{CuSO}_4$ 。





二 原子、分子、离子

1. 宏观物质与微观粒子的联系



说明 1) 原子是化学变化中的最小微粒。也就是说化学变化只是原子组合的改变,而原子本身不发生变化。

分子是保持物质化学性质的一种微粒。分子是由原子组成。

原子得失电子就构成简单的阴、阳离子。

2) 元素是一个宏观的概念,和单质、化合物、混和物属于同一范畴。元素只分种类,没有“数量”的含义。

原子是一个微观的概念,和分子、电子、质子、中子属于同一范畴。原子不仅分种类,还包含有“数量”的含义。

例 1 下列哪一种说法是正确的?

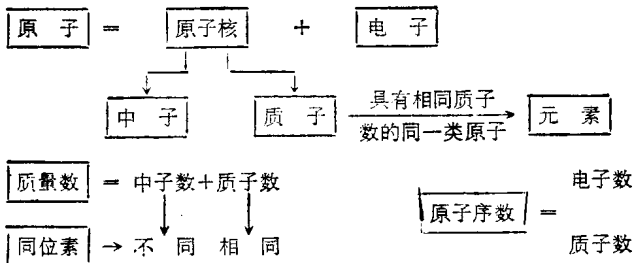
- ① 水分子是由 2 个氢元素和一个氧元素组成的。
- ② 水分子是由 1 个氢分子和一个氧原子组成的。
- ③ 水是由氢元素和氧元素组成的。
- ④ 水是由 2 个氢原子和一个氧原子组成的。

分析 ① 是错误,元素只分种类,不能讲个数。② 是错误,水分子中不存在氢分子。③ 是错误,没有指出水分子。④ 是正确的。

3) 从宏观物质与微观粒子之间联系的讨论,即可得出研究物质,首

先是研究原子结构的结论。

2. 组成原子的基本粒子



说明 1) 原子的直径 1×10^{-10} 米 $\sim 5 \times 10^{-10}$ 米。质子带正电荷 1.60×10^{-19} 库仑, 质量 1.67×10^{-24} 克。中子无电荷, 电子带负电荷 1.60×10^{-19} 库仑, 质量 9.11×10^{-28} 克(质子的 $1/1837$)。

2) 同位素化学性质基本相同。

例2 人们已发现 107 种元素, 能否说已发现 107 种原子? 为什么?

解 不能。因为除了铍、氟、钠等少数元素外, 绝大多数元素在自然界里都有同位素。如氢元素就有氕(H)、氘(D)、氚(T) 等三种不同原子。

例3 从下列的 5 组中, 选择出同素异形体的物质。

- (1) 碳, 一氧化碳, 二氧化碳。
- (2) H_2O , D_2O 和 HDO (每个分子中各含有 1 个 1H 和 2H 原子)。
- (3) 赤磷, 黄磷。
- (4) 氯化氢, 盐酸。
- (5) 氢, 重氢(氘)。

解 (3)

三 化 学 量

化学量 $\left\{ \begin{array}{l} \text{原子量、分子量} \\ \text{摩尔} \\ \text{酸、碱、盐的克当量} \end{array} \right.$

1. 原子量、分子量

(1) 是以一种碳原子 (^{12}C) 的质量的 $1/12$ 作为标准, 其它原子的质量跟它相比较所得的数值就是这种原子的原子量。

(2) 一个分子中各原子的原子量总和就是分子量。

说明 1) 因为原子量是原子质量跟 ^{12}C 的质量的 $1/12$ 的比值, 所以原子量是无单位的。

2) 原子量与原子质量不同。如一个 ^{12}C 原子的质量是 1.992×10^{-23} 克, 而原子量是 12。

3) 若把质子和中子的相对质量取其近似值为 1, 则质子数和中子数之和所得的数值, 这个数值叫质量数。质量数就是这种原子的近似原子量。

4) 原子量不是整数的原因, 是因为在自然界中存在的某种元素, 不论是游离态还是化合态绝大多数是质量数不同的同位素按一定的百分比组成的混和物。如碳的原子量是 12.01112, 这是一个平均值。自然界中 ^{12}C (质量数是 12, 原子量 12.0000 的碳原子) 占 99.892%, ^{13}C (质量数 13, 原子量 13.00335) 占 1.108%。

碳的原子量 $= 12.0000 \times 0.98892 + 13.00335 \times 0.01108 = 12.01112$

(注意 不是 $\frac{12.0000 \times 0.98892 + 13.00335 \times 0.01108}{2}$)

2. 摩尔

(1) 摩尔是物质的量的单位, 某物质如果含有阿佛加德罗常数个微粒, 这种物质的量就是 1 摩尔。

(2) 1 摩尔物质的质量称为摩尔质量。

1 摩尔的原子, 它的质量如以克作单位, 则数值上等于它的原子量。1 摩尔的分子, 它的质量如以克为单位, 则数值上等于它的分子量。

(3) 物质的量与质量、摩尔质量的关系。

$$n = \frac{m}{M} \quad (1-1)$$

式中 n ——物质的量(通常称摩尔数), 单位是摩尔, 单位符号 mol;

m ——物质的质量, 单位通常用克, 单位符号 g;

M ——摩尔质量, 单位是 $\frac{\text{克}}{\text{摩尔}}$, 单位符号 $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ 。

说明 1) 引入摩尔单位后, 不仅将无法称量的原子、分子等微粒的微观量, 变成可以称量的宏观量, 而且将原子、分子的数目和原子量、分子量联系起来, 给化学计算带来了很大的方便。

2) 物质的量的符号, 国际上和物理学中使用的是 n , 如气态方程式 $PV = nRT$, 但在化学中有时也用 m , 为了统一起见, 这里用 n 来表示。

3) 两个常数。

① 阿佛加德罗常数 (N_A)

$$\frac{6.022 \times 10^{23}}{\text{mol}}$$

② 气体摩尔体积

$$\frac{22.4\text{ l}}{\text{mol}} \quad (\text{在标准状况下, 任何气体})$$

(4) 物质的量与气体体积、微粒数之间的关系

$$n = \frac{V}{22.4} \quad (1-2)$$

式中 V ——标准状况下气体的体积, 单位是升, 符号是 L。

$$n = \frac{S}{N_A} \quad (1-3)$$

式中 S ——微粒数.

例 1 氯有二种同位素 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl , 它们以一定的混和比存在, 如果同位素的原子量等于其质量数, 求 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 的原子个数之比? 设氯的原子量是 35.5.

分析 可设 ^{35}Cl 占 x , ^{37}Cl 占 $1-x$. 从计算同位素平均原子量的关系式中解题.

解 设 ^{35}Cl 占 x 则 ^{37}Cl 占 $1-x$

$$35x + 37(1-x) = 35.5$$

$$x = 0.75$$

$$^{35}\text{Cl}:^{37}\text{Cl} = 0.75:0.25 = 3:1 \text{ (原子个数比)}$$

答: 3:1

例 2 $0.1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 中所含 N 原子数与多少克 NH_4NO_3 中的 N 原子数相等.

分析 可设 NH_4NO_3 为 mg 然后根据 N 原子数相等建立等量关系解题.

解 设 NH_4NO_3 为 mg . 分子量 $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 80$

$$\therefore n = \frac{S}{N_A} \quad \therefore S = n \times N_A$$

$$\therefore n = \frac{m}{M} \quad \therefore S = \frac{m}{M} \times N_A$$

$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 中 N 原子数

$$= 0.1 \times N_A \times \frac{2 \text{ mol N}}{1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4} = 0.2 \times N_A$$

NH_4NO_3 中 N 原子数

$$= \frac{m}{80} \times N_A \times \frac{2 \text{ mol N}}{1 \text{ mol } \text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{m}{40} \times N_A$$

根据题意

$$0.2 \times N_A = \frac{m}{40} \times N_A$$

$$m = 8 \text{ (g)}$$

答：需 $8 \text{ g NH}_4\text{NO}_3$

说明 式中 $\frac{2 \text{ mol N}}{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{HPO}_4}$ 通常称换算因子。它是根据分子式 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 把 $0.1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 换算为 0.2 mol N 。

例 3 由氢、重氢、氦组成的气体各 1 g (标准状况) 求：

- ① 原子个数之比。 ② 分子数之比。
③ 中子数之比。 ④ 密度比。

分析 先根据公式 $1 - 1/n = \frac{m}{M}$ 求出摩尔数，然后根据题意求它们的原子、分子、中子数比及密度比。

解 ① $S_{\text{H}} : S_{\text{D}} : S_{\text{He}} = \frac{1}{1} \times N_{\text{A}} : \frac{1}{2} \times N_{\text{A}} : \frac{1}{4} \times N_{\text{A}} = 4 : 2 : 1$

② $S_{\text{H}_1} : S_{\text{D}_2} : S_{\text{He}} = \frac{1}{2} \times N_{\text{A}} : \frac{1}{4} \times N_{\text{A}} : \frac{1}{4} \times N_{\text{A}} = 2 : 1 : 1$

③ 根据 ① 原子个数比分别乘以每一原子中的中子数，就可求出中子数之比

$$S_{\text{H中子}} : S_{\text{D中子}} : S_{\text{He中子}} = 4 \times 0.2 \times 1 : 1 \times 2 = 0 : 1 : 1$$

④ 根据

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-4)$$

式中 ρ 为物质的密度。固态物质 ρ 的单位是 $\frac{\text{克}}{\text{厘米}^3}$ 或 $\frac{\text{千克}}{\text{分米}^3}$ 。
液态物质 ρ 的单位是 $\frac{\text{克}}{\text{毫升}}$ 或 $\frac{\text{千克}}{\text{升}}$ 。气态物质 ρ 的单位是 $\frac{\text{克}}{\text{升}}$ ； m 为物质的质量； V 为物质的体积。

在标准状况下气态物质的 ρ 可将 1 mol 气体的质量除气体摩尔体积，就可求得。

因为

$$\rho_{\text{气}} = \frac{M}{22.4}$$