

# 化 学

HUA XUE

数、理、化 学 习 参 考 资 料

# 目 录

|   |                                                                                                                         |         |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| I | 复习纲要 .....                                                                                                              | (1—71)  |
| 一 | 化学基本概念 .....                                                                                                            | (1—8)   |
|   | (一) 物质及其化学变化(1) (二) 原子、原子量、克原子(2) (三) 元素和元素符号(3) (四) 分子、分子式、分子量、克分子(4) (五) 气体克分子体积和亚佛加德罗定律(6) (六) 化合价(7) (七) 化学反应方程式(8) |         |
| 二 | 化学计算问题 .....                                                                                                            | (9—16)  |
|   | (一) 有关分子组成和分子式的计算(9) (二) 化学反应中各物质间的数量关系(11) (三) 有关溶液浓度的计算(13) (四) 理想气体方程式(16)                                           |         |
| 三 | 原子结构和元素周期表 .....                                                                                                        | (18—23) |
|   | (一) 原子构造(18) (二) 核外电子层分布规律(18) (三) 元素化学性质与原子结构的关系(20) (四) 化学键(21) (五) 元素周期律及元素周期表(22)                                   |         |
| 四 | 化学反应原理 .....                                                                                                            | (23—30) |
|   | (一) 化学反应速度及化学平衡(23) (二) 电解质溶液和离子反应(24) (三) 氧化还原反应(28)                                                                   |         |
| 五 | 常见元素及其化合物 .....                                                                                                         | (30—37) |
|   | (一) 第1类主族(碱金属)(30) (二) 第2类主族(碱土金属)(31) (三) 硼(B)、                                                                        |         |

铝(Al)(33) (四) 碳和硅(33) (五) 氮和磷(34) (六) 氧和硫(35) (七) 第七类主族——卤素(36) (八) 过渡元素和付族元素(37)

## 六 有机化合物.....(39—71)

(一) 有机化合物的类别(39) (二) 同系列和同分异构(41) (三) 烷烃(43) (四) 烯烃(47) (五) 炔烃(49) (六) 苯和苯的同系物(53) (七) 烃的重要衍生物(56) (八) 油脂(66) (九) 碳水化合物(68)

## II 习题汇编 ..... (72—144)

一、(72) 二、(74) 三、(77) 四、(80)  
五、(81) 六、(82) 七、(83) 八、(84)  
九、(85) 十、(87) 十一、(89)  
十二、(92) 十三、(96) 十四、(99)  
十五、(101) 十六、(103)  
十七、——四十五、(104—142)

## III 习题解答 ..... (145—209)

一、(145) 二、(149) 三、(151)  
四、(152) 五、(155) 六、(157)  
七、(160) 八、(163) 九、(166)  
十、(172) 十一、(178) 十二、(183)  
十三、(191) 十四、(198) 十五、(202)  
十六、(205)

## IV 参考题选 ..... (210—220)

## 复习纲要补充 ..... (221—222)

1. 元素的当量(221) 2. 化合物的当量(221) 3. 克当量和克当量数(222)

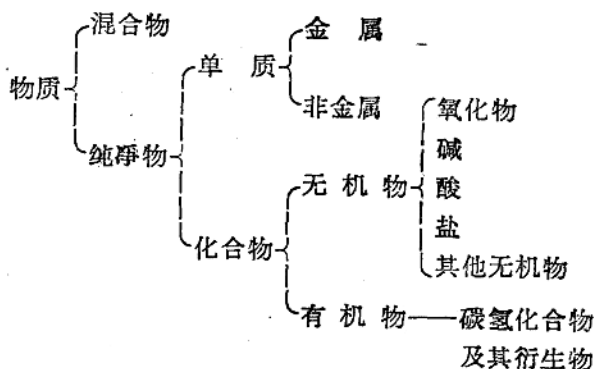
# I 复 习 纲 要

## 一 化学基本概念

化学是研究物质的组成、结构、性质和化学变化规律的一门自然科学。它是我们了解自然、改造自然，为社会主义革命和社会主义建设服务的重要武器。

### (一) 物质及其化学变化

#### 1. 物质类别



要求弄清各类物质的含义。

#### 2. 化学变化

一切物质都在不停地运动和变化着。物质的化学变化是化学研究中的中心课题，研究的目的在于通过实验观察来认识物

质的化学变化规律，并将这些规律应用于化学工业生产，从廉价而富饶的天然资源中，提取有用的物质和制备各种人工产品，变废为利，为三大革命运动服务。

化学变化表现为物质发生变化时有新物质生成，其实质是发生变化的物质，它们分子中发生了原子间的化分和化合。新物质的生成便是经过原子间化分和化合，进行原子的重新组合而生成新分子的结果。

化学变化又称化学反应，从原子间的化分和化合的角度看，化学反应可分为下列四种类型：

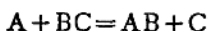
(1) 化合反应



(2) 分解反应



(3) 置换反应



(4) 复分解反应



以上四类反应，可通过具体的例子来理解。

化学反应的类型，以后将还有别的分类方法。

## (二) 原子、原子量、克原子

### 1. 原子

原子是构成分子或直接构成一些物质的微粒，体积极小，重量极轻，处于不断运动中。在化学反应里，一种原子不会变成另一种原子。所以，原子是物质进行化学反应的基本微粒。

(原子本身也是一个复杂的微粒，将在原子结构部分去讨论)。

## 2. 原子量

原子量是用“碳单位”表示的一个原子的重量（严格说是质量），“碳单位”三字通常省略不写。各元素的原子量都是和碳单位相比较而确定的，它是一个相对重量，是碳单位的倍数。一个碳单位是  $C^{12}$  原子重量的  $\frac{1}{12}$ ，实重  $1.66 \times 10^{-24}$  克。

## 3. 克原子

任何元素的  $6.023 \times 10^{23}$  个原子，叫做 1 克原子。它的重量就是该元素原子量的数值用克作单位表示的量，例如 1 克原子铁重 55.85 克。克原子这个单位既表示了元素的一定重量，又表示了元素的一定的原子数目。在化学上，经常使用克原子这个物质数量单位。由于 1 克原子是  $6.023 \times 10^{23}$  个原子的重量，所以它不但可用整数倍表示，也可以用小数倍表示。如 1 克原子，5 克原子，0.5 克原子，0.2 克原子等。这里的 1, 5, 0.5, 0.2 等数字都是表示多少个克原子的，称为克原子数。

1 克原子的重量叫克原子量。克原子数、克原子量和重量之间存在着下列关系：

$$\text{克原子数} \times \text{克原子量(克)} = \text{重量(克)}$$

$$\frac{\text{重量(克)}}{\text{克原子量(克)}} = \text{克原子数}$$

## (三) 元素和元素符号

### 1. 元素

元素，又称化学元素，它是具有相同核电荷数的一类原子的总称。例如氢、氧、碳是三种不同的元素，不论它们存在于单质或化合物中，其核电荷数都分别是 1、6、8。又如氢、氘、氚虽然质量数不同（分别为 1, 2, 3 碳单位），但其核电荷

数都是 1，它们是同一种元素。这种核电荷数相同而质量数不同的原子叫做同位素。例如氢的三种同位素，通常表示为  ${}_1\text{H}^1$ ， ${}_1\text{H}^2$ ， ${}_1\text{H}^3$ 。

自然界里，绝大多数元素都是由它们的同位素的原子按一定的比例混合组成的。通常所说的原子量，实际上是多种同位素原子重量的平均值。

现在已知的元素有 106 种，已定名的为 103 种，按其性质可区分为金属元素和非金属元素两大类。有时也把周期表上金属和非金属交界处的元素叫做半金属元素。在周期表中，元素还被划分成九个类，详见原子结构和周期律部分。

## 2. 元素符号

每种元素都用一定的符号表示。通常用元素的拉丁名称的第一个字母的大写来表示它。有些元素的拉丁名称的第一个字母相同，则在第一个字母后加上名称中的另一个字母（小写）以资区别。例如 碳 C (Carboneum)、钙 Ca (Calcium)、铜 Cu (Cuprum)。常见的元素符号，需要记住。

元素符号一般有三种含义：

- (1) 表示一种元素；
- (2) 表示这种元素的一个原子；
- (3) 表示这种元素的原子量。

## (四) 分子、分子式、分子量、克分子

### 1. 分子

分子——能独立存在并保持着物质一切化学性质的最小微粒。

## 2. 分子式

分子式——用元素符号表示物质的分子组成的式子。它既表示物质分子所含的原子种类和各种原子的个数，还表示该分子的分子量。

物质分子式的确定，是通过实验方法，测定物质的组成及其分子量而写出的（例见化学计算问题部分）。

## 3. 分子量

分子量——用碳单位表示的一个分子的重量。即是说，它们和原子量一样是碳单位的倍数，也是一个相对重量。其值可从分子式算得。将分子式中各原子的原子量进行加和即得。例如：

水的分子式  $\text{H}_2\text{O}$       分子量  $= 2 \times 1 + 16 = 18$  (碳单位)

醋酸的分子式  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$       分子量  $= 2 \times 12 + 4 \times 1 + 2 \times 16$   
 $= 60$  (碳单位)

使用时，经常把“碳单位”三字省略。

## 4. 克分子

克分子——克分子和克原子一样，也是经常用于化学计算中的一个物质数量单位。克分子的概念也和克原子相似。

1 克分子是指物质  $6.023 \times 10^{23}$  个分子，它的重量就是该物质分子量的数值用克作单位所表示的重量。例如：1 克分子水重 18 克。它既表示了物质以克为单位的一定重量，又表示了这一定重量物质所含的分子个数。

物质的分子量以克作单位时叫做克分子量。物质的重量除以克分子量所得的数值叫做克分子数。物质的重量、克分子量、克分子数三者的关系如下式：

$$\text{克分子数} \times \text{克分子量(克)} = \text{重量(克)}$$

$$\text{克分子数} = \frac{\text{重量(克)}}{\text{克分子量(克)}}$$



## (五) 气体克分子体积和亚佛加得罗定律

1 克分子的任何气体在标准状况下（温度  $0^{\circ}\text{C}$ ，压力为一个大气压）所占的体积都是 22.4 升。气体的这个体积，叫做气体的克分子体积。

一克分子物质含有的分子数均为  $6.023 \times 10^{23}$  个，这个数目是通过实验方法测定的，通常用  $N$  来代表。在化学和物理学中称它为亚佛加得罗常数。

对于气体而言，在相同温度和相同压强下，相同体积的任何气体含有相同数目的分子，这个结论叫做亚佛加得罗定律。

因此，任何气体的 1 克分子，不仅表示了该份气体的重量和所含的分子数目，而且还表示了该份气体在标准状况下所占的体积（22.4 升）。在化学计算中，应用气体克分子体积的概念进行计算：1. 可以求出一定重量的气体在标准状况下所占的体积；2. 可以计算出在标准状况下一定体积的气体的重量；3. 还可以算出气体的分子量。

[例] 在标准状况下，某气体 400 毫升重 1.143 克，求此气体的分子量。

解：∵ 在标准状况下，此气体 1 升的重量为：

$$\frac{1.143 \times 1000}{400} = 2.858 \text{ (克)}$$

∴ 1 克分子此气体的重量为  $2.858 \text{ 克} \times 22.4 = 64.02 \text{ 克}$

答：此气体的分子量为 64.02（碳单位）。

如果不是在标准状况下，则可通过气体状态方程式进行计算，详见化学计算部分。

## (六) 化 合 价

在对分子式进行系统研究的基础上,产生了化合价的概念。

化合价——又称原子价,是元素原子相互化合时,所表示出的一种性质。这种性质表现为,一种元素的原子总是和一定数目(而不是任意数目)的其它元素的原子相化合。通常以氢原子的化合价等于1为标准。其它元素的化合价就是与该种元素的1个原子相化合的或被该元素1个原子所置换的氢原子的数目。

原子团或根也有化合价。同样也是以氢的化合价等于1为标准。如硝酸根是1价,硫酸根是2价,磷酸根是3价,氢氧根是1价等。

元素的化合价有正和负的区别。在化合物中各组成元素原子的正价总数等于负价总数。由于化合价是指元素原子在形成化合物时所表现出来的一种性质,所以单质的化合价为零。

从原子、分子结构的观点看,化合价又有电价和共价的区别。

元素在离子化合物中的化合价,其实质就是这种元素的原子在化合时所失去或夺得电子的数目。这种化合价叫做电价,它在数值上等于生成离子所带的电荷数。失去电子的为正价,夺得电子的为负价。元素在共价化合物中的化合价,实质上就是这种元素的原子在形成共价键时所提供出的电子数目。这种化合价叫做共价,它在数值上等于共用电子对的数目。在极性共价键的化合物分子中,电子对所偏向的原子为负价,较为远离共用电子对的原子为正价。

有的元素只有一种化合价,有的元素则不止一种。这和元素原子的结构和化合时的反应条件有关。除氟而外,在一定条

件下，各种元素的原子都有可能显示正价。但一般只有在最外层上具有 4 个或 4 个以上的电子的元素原子，才有可能显示负价。关于化合价的概念可从原子结构、分子结构和化学键去了解其实质（详见原子结构及元素周期律部分）。

## （七） 化学反应方程式

化学反应方程式又称为化学反应式或化学方程式。它是用元素符号和分子式来表明物质化学变化的式子。每一化学方程式都是根据实验结果写出的。根据物质不灭定律，它不仅表示反应物相互作用的结果生成了哪些物质，而且还表明反应物和生成物间的量的关系。在表示量的关系时可以使用多种量度单位。例如：

| 化学方程式           | $\text{CaCO}_3$ | $\xrightarrow{\text{煅烧}}$ | $\text{CaO}$ | + | $\text{CO}_2 \uparrow$ |
|-----------------|-----------------|---------------------------|--------------|---|------------------------|
| 分子数             | 1               |                           | 1            |   | 1                      |
| 克分子数            | 1               |                           | 1            |   | 1                      |
| 重量(克)           | 100 克           |                           | 56 克         |   | 44 克                   |
| (公斤)            | 100 公斤          |                           | 56 公斤        |   | 44 公斤                  |
| (吨)             | 100 吨           |                           | 56 吨         |   | 44 吨                   |
| 气体体积<br>(标准状况下) | /               |                           | /            |   | 22.4 升                 |

在工厂和实验室中，根据化学方程式这种量的关系可以进行多种计算（例见化学计算部分）。

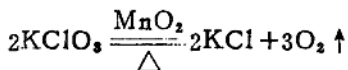
写化学方程式时，可通过下列步骤：

（1）把反应物的分子式写在左边，生成物的分子式写在右边，如不止一种的，中间联以“+”号，在左右两边中间划一条短线。

(2) 调整分子式前面的系数，使左右两边每种原子个数相等，然后把短线改成“=”号。这个过程叫做化学方程式的配平。

(3) 生成物是气体的，则在其右边注“↑”，生成物是沉淀的注“↓”。

(4) 在等号上下注明反应条件。例如：



关于化学方程式的写出和配平，要注意几点：

(1) 化学方程式是根据化学反应的实际过程写出来的，是客观事实的记录，不能主观臆造。

(2) 反应物和生成物用分子式（对金属和固态非金属单质用元素符号）表示，配平时，只是选配适当的系数，不能改变分子式。

(3) 上述配平的步骤，只是对于较简单的反应式而言，对较复杂的反应（如氧化还原反应），则应根据一定的原则和方法，详见第四部分中氧化还原方程式的配平。

另外，熟悉元素及其化合物的性质和各类化学反应的规律性，可有助于写出符合实际的化学方程式。

## 二 化学计算问题

在现有中学化学中，有各种类型的计算问题，不能在此一一列举，但其中常见的下列四类计算题是必须掌握的。

### (一) 有关分子组成和分子式的计算

1. 已知化合物的分子式，求化合物的百分组成：这类问

题以 1 克分子该化合物为基准进行计算最为方便。根据分子式中各元素原子的个数和原子量，可直接知道 1 克分子化合物中各种元素有多少克，从而计算百分组成。

例 1. 二氧化碳分子式为  $\text{CO}_2$ ，求二氧化碳的百分组成。

解：根据二氧化碳的分子式：

1 克分子二氧化碳的重量为： $12 + 2 \times 16 = 44$  克

其中含碳  $1 \times 12 = 12$  克

含 氧  $2 \times 16 = 32$  克

故二氧化碳中含氧  $= \frac{32}{44} \times 100\% = 72.7\%$

含 碳  $= \frac{12}{44} \times 100\% = 27.3\%$

2. 已知分子式，计算给定重量化合物里某元素的重量：  
解这类问题的要点是：任何一份化合物中各组成元素的重量比与 1 克分子该化合物中各元素的重量比相同。

例 2. 五水硫酸铜 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 700 克中含铜多少克？

解：五水硫酸铜的克分子量  $= 64 + 32 + 4 \times 16 + 5(2 + 16)$   
 $= 250$  克。

1 克分子 (250 克) 五水硫酸铜中含铜 64 克。

设 700 克五水硫酸铜中含铜  $x$  克，则有：

$$250 : 64 = 700 : x, \quad x = \frac{64 \times 700}{250} = 179 \text{ 克}$$

如果以克为单位进行计算数字太大，可以用公斤或吨为单位，也就是说可以用公斤分子或吨分子的概念。

3. 已知化合物组成，求化合物的最简式和分子式：解这类问题时，一般是以 100 克化合物作基础进行计算，先分别算出

在 100 克化合物里面,各个元素分别有多少克原子,再将克原子数的比换算成最简单的整数比,这个比就是化合物里各元素的原子数之比。根据这个比可以写出化合物的最简式。如果用其它方法测得化合物的分子量(例如标准状况下 22.4 升气体的重量或者标准状况下气体的密度),就可以写出化合物的分子式。

例 3. 某化合物含碳 80%, 氢 20%。在标准状况下该化合物每升重 1.34 克, 求该化合物的分子式。

解: 100 克化合物中碳克原子数和氢克原子数为:

$$\text{碳: } \frac{80}{12} = 6.67 \quad \text{氢: } \frac{20}{1} = 20$$

$$\therefore \text{碳原子数: 氢原子数} = 6.67 : 20 = 1 : 3$$

化合物最简式为  $\text{CH}_3$ , 式量  $12 + 3 = 15$ 。

已知在标准状况下此气态化合物每升重 1.34 克, 因为 1 克分子气体在标准状况下的体积为 22.4 升, 故该化合物的分子量为

$$M = 1.34 \times 22.4 = 30$$

$$\therefore \text{该碳氢化合物的分子式为 } \text{C}_2\text{H}_6。$$

## (二) 化学反应中各物质间的数量关系

在化学反应中,各有关物质之间有严格的数量关系。这种数量关系表现在配平的化学方程式中。方程式中各物质的分子式前的系数之比就是各物质相互反应时的克分子数之比。

一般说来,在解这类问题前要写出配平的反应方程式。

例 4. 用纯锌和 35% 的盐酸制备氢气, 在标准状况下制取 3.36 升氢气需纯锌和盐酸各多少?

解：配平的方程式： $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

各物质间的数量关系： $\begin{array}{ccc} 65.4 \text{ 克} & 2 \times 36.5 \text{ 克} & 22.4 \text{ 升} \\ x & y & 3.36 \text{ 升} \end{array}$

设制 3.36 升氢需锌  $x$  克，HCl  $y$  克，

可得比例式  $65.4 : 22.4 = x : 3.36$

$$x = \frac{3.36}{22.4} \times 65.4 = 9.81 \text{ 克}$$

同理  $73 : 22.4 = y : 3.36$

$$y = \frac{3.36}{22.4} \times 73 = 10.95 \text{ 克}$$

然后再将纯 HCl 量换成 35% 的盐酸溶液的用量

$$10.95 \div \frac{35}{100} = 31.3 \text{ 克}$$

例 5. 以含硫 48% 的黄铁矿 2 吨完全燃烧后产生的二氧化硫制成 65% 的硫酸，可得硫酸多少吨？

解：从黄铁矿 ( $\text{FeS}_2$ ) 制硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 需要经过几步反应，如果按每个反应式分步算出  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$  的量，再计算生成硫酸的量，计算工作就复杂了。实际上，黄铁矿中的硫全部变成硫酸，每 1 克原子硫产生 1 克分子硫酸，（为什么？）由此可得：

$$2 \text{ 吨黄铁矿中 硫的吨原子数} = \frac{2 \times 0.48}{32} = 0.03$$

$$\text{因此硫酸产量为 } x = 0.03 \times 98 \div \frac{65}{100} = 4.52 \text{ 吨}$$

### (三) 有关溶液浓度的计算

在中学化学中，常用的浓度表示法有百分比浓度（%），克分子浓度（M）和克当量浓度（N）。

溶质重量在全部溶液重量中占的百分数叫百分比浓度。

$$\text{百分比浓度} = \frac{\text{溶质重量}}{\text{溶质重} + \text{溶剂重}} \times 100\%$$

以 1 升溶液中所含的溶质的克分子数来表示的叫克分子浓度：

$$\text{克分子浓度} = \frac{\text{溶质克分子数}}{\text{溶液升数}}$$

克分子浓度的单位为 克分子/升，以 M 表示。

以 1 升溶液中所含的溶质克当量数表示的浓度叫克当量浓度：单位是 克当量/升，以 N 表示。

$$\text{克当量浓度} = \frac{\text{溶质的克当量数}}{\text{溶液升数}}$$

一般酸、碱、盐的当量由下式确定

$$\text{当量} = \frac{\text{分子 量}}{\text{分子式中的正价总数（或负价总数）}}$$

有关溶液浓度的计算有下列几类：

1. 根据溶液的百分比浓度、克分子浓度（或克当量浓度）的定义可以直接计算出溶质、溶液之间的数量关系。

例 6. 如何配制浓度为 0.05M 的氢氧化钠溶液 250 毫升？

解：0.05M 的意义是每升该溶液含 NaOH 0.05 克分子。

则 250 毫升 0.05M NaOH 溶液中应含有 NaOH



$$0.05 \times \frac{250}{1000} = 0.0125 \text{ 克分子}$$

$$\text{NaOH 的分子量} = 23 + 16 + 1 = 40$$

因此，溶液中溶质重量为  $0.0125 \times 40 = 0.5$  克

答：称取 0.5 克 NaOH 溶于少量蒸馏水，冲稀到 250 毫升。

（而不是加入 250 毫升水，为什么？又：怎样冲稀？）

2. 溶液稀释问题：要注意稀释问题中稀释前后溶质的重量是不变的（当然克分子数或克当量数亦不变）。

例 7. 将 200 毫升 65% 的硝酸溶液（比重 1.4）稀释成 10%，须加多少水？

解：上述 200 毫升溶液重  $= 200 \times 1.4 = 280$  克

其中硝酸重  $= 280 \times 65\% = 182$  克

设加水  $x$  克可得 10% 的硝酸溶液，则得

$$\frac{182}{280 + x} = 10\% \quad x = 1540 \text{ 克}$$

答应加水 1540 克

3. 浓度换算问题：

在百分比浓度，克分子浓度和克当量浓度之间换算的时候，要注意百分比浓度和克分子浓度（或克当量浓度）表示法的计算基准不同，前者是 100 克溶液（溶液的重量）中溶质的克数，后者是每升溶液（溶液体积）中溶质的克分子（克当量）数。因此在互相换算时，需要知道溶液的比重，即每毫升溶液的重量。

$$\text{溶质重量} = \text{溶液体积} \times \text{比重} \times \text{百分比浓度}$$

例 8. 含 HCl 37%，比重 1.19 的浓盐酸，其克分子浓度和克当量浓度各为多少？