

化学

上

福州市教师进修学院

福州市化学学会编

高中理科自习辅导



天津科学技术出版社

高中理科自习辅导

化 学

(上)

福州市教师进修学院 编
福州市化学学会

天津科学技术出版社

高中理科自习辅导

化 学

(上)

福州市教师进修学院 编
福州市化学学会

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本 787×1092毫米 1/32 印张 8.75 字数 183,000

一九八三年十一月第一版

一九八三年十一月第一次印刷

印数: 1—259,000

书号: 13212·67 定价: 0.94 元

前 言

为了提高全民族的科学文化水平，以适应四个现代化的需要，一九八〇年我们根据教育部制定的中学教学大纲和全国统编教材，编写了一套《新编高中数理化复习参考书》。其后，又充分分析了近几年高考复习情况，并考虑广大社会青年自学的需要，我们将原书做了较大修订，改名为《高中理科自习辅导》，包括《数学》（上、下）、《物理》（上、下）、《化学》（上、下）、《生物》等共七个分册。

这套书着眼于帮助读者切实掌握和灵活运用数理化生各科基础知识，增强读者分析问题和解决问题的能力。编写时，在总结教学经验、分析学生掌握和运用知识情况的基础上，特别注意对各学科内容的系统性和内在联系，概括出简明学习要点，指出了易混、易错概念和问题；同时精选了一定数量的典型例题和习题，在例题演示上，着重引导读者掌握正确的分析方法和解题思路。因此，这套书可帮助读者准确理解所学知识、扩大知识视野、增强思维能力、提高智力水平、掌握解题思路 and 技巧，既可作应届高中毕业生学习参考，也可供同等水平的青年学习使用。

本册为化学（上），由陈明枝、王祖鏊、周道礼、龚美珠、王勋、柯新华、阮先裴、杨光禄、杨海宏、王孝耀、杨

敏武、郭功曦、刘文叔、杨松、郑学仪、蔡仲胜、许勋和、
张淑铭、蔡抗生、黄穆鹏等同志编写。

限于我们的水平，难免有错误和不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

一九八三年六月

目 录

第一章 化学基本概念	(1)
第一节 物质的组成、变化和性质	(1)
第二节 物质的分散系	(18)
第三节 无机物的分类及其相互关系	(26)
第二章 化学基本理论	(37)
第一节 原子结构	(37)
第二节 元素周期律和周期表	(47)
第三节 化学键和分子的形成	(61)
第四节 化学反应速度和化学平衡	(78)
第五节 电解质溶液	(95)
第六节 氧化-还原反应	(110)
第三章 元素和它的化合物	(124)
第一节 非金属元素的原子结构和共性	(124)
第二节 空气、水和氢气	(127)
第三节 卤族元素	(133)
第四节 氧族元素	(142)
第五节 氮族元素	(155)
第六节 碳族元素	(171)
第七节 金属元素概述	(180)
第八节 碱金属	(192)
第九节 钙和镁	(201)
第十节 铝	(205)

第十一节 过渡元素	(212)
第十二节 铁	(217)
第十三节 铜	(225)
附 习题答案或提示	(230)

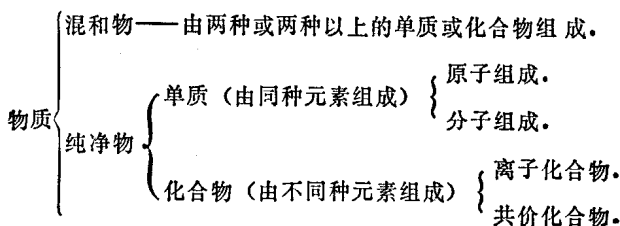
第一章 化学基本概念

化学是研究物质的组成、结构、性质、变化以及近代逐渐发展起来的合成各种无机和有机物质的自然科学，它的发展基础是实验和生产实践。在这基础上，前人概括和总结了一些基本概念和基本定律。正确理解和熟练掌握这些概念和定律，是学好化学知识和搞好总复习的重要一环。

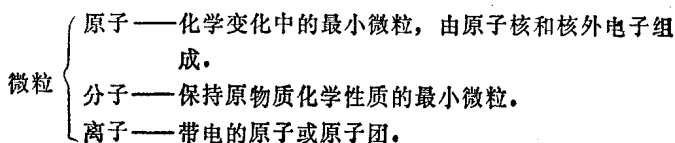
第一节 物质的组成、变化和性质

一、物质的组成

从宏观观点看，物质可初步分类如下：



从微观观点看，组成物质的微粒又可作如下分类。



元素是具有相同核电荷数的同一类原子的总称。原子是化学变化中的最小微粒。在化学反应中原子重新组合而引起分子组成改变。分子是构成物质的一种微粒，它能保持原物质的化学性质。原子失去或获得电子即成为离子（阳离子或阴离子）。因此，离子就是带电的原子或原子团。在化学反应中原子的组成可以改变（失去电子或获得电子而成为离子），但元素的种类没有改变。例如钾原子失去一个电子而成为钾离子，但它们都属于钾元素。

元素存在于单质中的状态叫做元素的游离态，元素存在于化合物中的状态叫做元素的化合态。

元素只分种类，没有数量的涵义。而原子是一种微粒，除分种类外，还有个数的不同。例如：水是由氢元素和氧元素组成的，这句话是对的。但如果说成“水分子里含有两个氢元素和一个氧元素”就错了。从概念上讲，元素相应于物质，而原子则相应于分子。原子和分子都是可区分个数的微粒。

从微观观点看，物质可以是分子组成的，也可以是原子或离子组成的。例如氯化氢、水等都是由分子组成的；金刚石和石墨晶体是由碳原子组成的；而氯化钠晶体则是由钠离子和氯离子组成的。

【思考题】

1. 下列物质中哪些是单质？哪些是化合物？哪些是混和物？

(1) 金刚石，(2) 石灰石，(3) 空气，(4) 水煤气，(5) 海水，(6) 水银，(7) 铝热剂，(8) 氨水，(9) 液氨，(10) 福尔马林，(11) TNT，(12) 活性炭，(13) 干冰。

2. 下列物质中哪些含有同一种元素？

(1) K^+ ，(2) Cl_2 ，(3) HCl ，(4) H^+ ，(5) Cl^- ，(6)

KClO_4 , (7) H_2 , (8) O_2 , (9) CO_2 .

3. 下列说法是否正确? 为什么?

氯酸钾 (KClO_3) 是由一个钾元素、一个氯元素和三个氧元素组成的。

二、物质的变化

世界是由物质构成的, 而物质都在不停地运动, 在运动的过程中经常发生着下列变化:

(一) 物理变化

物质在变化过程中没有生成其它物质, 叫做物理变化。例如把熔化状态下的石蜡制成蜡烛, 水结冰和汽化等都是物理变化。

(二) 化学变化

物质在变化过程中生成了其它的物质, 叫做化学变化 (也叫做化学反应)。例如, 蜡烛和其它可燃物质燃烧, 水与红热木炭作用产生水煤气等, 都是化学变化。

物质有些变化不只是单一的物理或化学过程, 不能孤立地看待, 例如食盐溶解在水里, 既发生了物理变化, 又发生了化学变化。(详见后面物质溶解部分)。

三、物质的性质

物质在运动中表现不同的性质。凡物质不需要经过化学变化就能表现出来的性质叫做物理性质。例如物质的颜色、状态、气味、比重、熔点、沸点、溶解性等都是物理性质。

物质只有在化学变化中才能表现出来的性质叫做化学性质。例如酒精有可燃性, 铁器在潮湿环境里容易生锈等都是化学性质。

【思考题】

1. 下列哪一种说法是正确的？为什么？

- (1) 物理变化中一定伴有化学变化；
- (2) 化学变化中一定伴有物理变化；
- (3) 物理变化中不一定有化学变化；
- (4) 化学变化中不一定有物理变化；
- (5) 物理变化和化学变化一定同时发生。

2. 举一例说明物质在变化中既发生了物理变化又发生了化学变化。

四、物质的计量

(一) 原子量和分子量

原子虽然很小，但有一定的质量。由于原子的质量很小，科学上一般不直接使用原子实际质量，而采用各种原子的相对质量。国际上用原子核里含有6个质子和6个中子的碳原子(^{12}C)质量的 $1/12$ 作为标准。其它元素原子的质量跟这个标准的比值就是这种元素的原子量。采用这个标准测得氢原子的原子量约为1.008，氧原子的原子量约为15.999。由此可见原子量只是一个比值，它是没有单位的。

一个分子中各原子的原子量的总和就是分子量。和原子量一样，分子量也是没有单位的。

(二) 摩尔

1. 摩尔的概念 摩尔是一种表示物质的量的单位。它以微粒数量表示物质的量，该微粒数与12克 ^{12}C 所含有的原子数相同。这个数字等于 6.02×10^{23} ，称为阿佛加德罗常数。所谓物质的微粒数就是该物质含有的分子数、原子数、离子数、电子数或某些微粒（如 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）的特定组合数。因此，

凡含有微粒数为 6.02×10^{23} 的物质，这种物质的量就是1摩尔。例如，

- 1 摩尔氯原子含 6.02×10^{23} 个氯原子(Cl)；
- 1 摩尔氯气含 6.02×10^{23} 个氯分子(Cl_2)；
- 1 摩尔氯离子含 6.02×10^{23} 个氯离子(Cl^-)；
- 1 摩尔氢氧根含 6.02×10^{23} 个氢氧根离子(OH^-)；
- 1 摩尔胆矾含 6.02×10^{23} 个 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 微粒；
- 0.5 摩尔铜离子含 3.01×10^{23} 个铜离子；
- 0.5 摩尔电子含 3.01×10^{23} 个电子。

2. 摩尔质量 1 摩尔物质的质量叫做该物质的摩尔质量，通用的单位是克/摩尔。采用这种单位制时，如果物质的微粒是原子，则摩尔质量的数值等于该元素的原子量。例如1 摩尔氯原子的质量是35.5克。如果物质的微粒是分子，则摩尔质量的数值等于该物质的分子量。例如1 摩尔硫酸的质量是98克。

当物质的微粒为离子时，由于电子的质量极小，原子失去或获得电子时质量的变化可以略去不计，其摩尔质量的数值即为该元素的原子量。例如1 摩尔氢离子的质量为1克，1 摩尔氢氧根离子的质量为17克。

3. 摩尔概念在计算中的初步应用

$$\text{摩尔数} = \frac{\text{物质的质量}}{\text{摩尔质量}}$$

【例1】 19.6克硫酸里含有多少个硫酸分子？

解 硫酸的分子量为98，其摩尔质量为98克/摩尔。

$$19.6 \text{ 克} \div 98 \text{ 克/摩尔} = 0.2 \text{ 摩尔},$$

$$0.2 \text{ 摩尔} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个/摩尔} = 1.204 \times 10^{23} \text{ 个}.$$

答 19.6克硫酸里含有 1.204×10^{23} 个硫酸分子。

4. 气体摩尔体积 在标准状况 (0°C 、1大气压) 下, 1摩尔任何气体所占体积都是约22.4升 (或 0.0224米^3), 称为气体的摩尔体积。

【例 2】 水煤气由等体积的一氧化碳和氢气组成。在标准状况下56升水煤气的质量是多少克?

解 由于水煤气由等体积的一氧化碳和氢气组成, 所以它们的体积各占28升。其摩尔数都为:

$28\text{升} \div 22.4\text{升/摩尔} = 1.25\text{摩尔}$ 。其质量分别为:

$\text{CO}: 1.25\text{摩尔} \times 28\text{克/摩尔} = 35\text{克}$,

$\text{H}_2: 1.25\text{摩尔} \times 2\text{克/摩尔} = 2.5\text{克}$,

$35\text{克} + 2.5\text{克} = 37.5\text{克}$ 。

答 标准状况下56升水煤气质量为37.5克。

【思考题】

用适当的文字或数字填入下列空格。

1. 0.3摩尔氧气和0.2摩尔臭氧所含的分子数____同, 所含原子数____同, 它们的质量____同。在同温同压下它们的体积比是____。

2. 在标准状况下, 10毫升氯气和5毫升氯化氢的摩尔数之比是____, 分子数之比是____, 所含氯原子数之比是____。

3. 电解氯化铜水溶液时, 如果电路上通过 3.01×10^{23} 个电子, 则阴极板上析出铜的质量为____克。

(三) 当量

任何元素和化合物相互反应时, 它们质量间都有一定的关系。例如8克氧和1克氢化合生成9克水。化学上把元素或化合物相互完全反应时彼此间相当的量叫做当量。当量用

克为单位来表示的就叫做克当量。

通常以氢或氧的当量为标准来确定其它元素或化合物的当量。如上所述，1克氢和8克氧恰好完全反应，所以氢和氧的当量分别规定为1和8，其克当量分别为1克和8克。因此，某元素或化合物跟1克氢或8克氧完全反应时所需质量的克数就是该元素或化合物的克当量。略去单位克，其数值就是该元素或化合物的当量。因此，同一元素或化合物的当量和克当量在概念上虽然不同，但其数值是相同的，使用时应注意在数值后面的单位。一般计算公式可简化如下：

1. 元素的当量

$$\text{元素当量} = \frac{\text{元素的原子量}}{\text{元素的化合价}}$$

如果元素具有可变的化合价，则该元素在不同的反应中就有不同的当量。例如铁生成氧化亚铁时的当量为 $56/2 = 28$ ；而铁生成氧化铁时的当量为 $56/3 = 18.7$ 。

2. 化合物的当量

$$\text{化合物当量} = \frac{\text{化合物的分子量}}{\text{正价总数（或负价总数）}}$$

将此公式应用到具体反应中，可得到不同形式的计算化合物当量的公式。例如酸碱中和反应的实质是酸给出的 H^+ 与碱给出的 OH^- 结合生成 H_2O ，因此酸或碱在中和反应中的当量应根据它们在反应中给出或结合 H^+ 的数目来确定。

$$\text{酸(或碱)克当量} = \frac{\text{酸(或碱)的摩尔质量}}{\text{实际参加反应的}\text{H}^+\text{(或}\text{OH}^-)\text{的摩尔数}}$$

例如硫酸是二价酸，它与氢氧化钠中和时可以生成 Na_2SO_4 ，也可以生成 NaHSO_4 。在前一反应里，每摩尔硫酸分子给出

2 摩尔 H^+ ，其当量为 $98/2 = 49$ ；而在后一反应里，每摩尔硫酸分子只给出 1 摩尔 H^+ ，其当量应为 98。

在中和反应里，每摩尔 $NaOH$ 只给出 1 摩尔 OH^- 并与 1 摩尔 H^+ 结合，所以其当量为 $40/1 = 40$ ；而每摩尔 $Ca(OH)_2$ 能给出 2 摩尔 OH^- ，并与 2 摩尔 H^+ 结合，所以其当量为 $74/2 = 37$ 。

盐的克当量可按式计算：

$$\text{盐的克当量} = \frac{\text{盐的摩尔质量}}{\text{与 1 摩尔盐反应所需的 } H^+ \text{ 或 } OH^- \text{ 的摩尔数}}.$$

3. 当量定律 不同元素彼此化合生成化合物时，其质量比等于当量比。这个定律称为当量定律。

如果用 $m_{甲}$ 、 $m_{乙}$ 代表物质质量，用 $E_{甲}$ 、 $E_{乙}$ 代表它们的当量，则当量定律可用下式表示：

$$\frac{m_{甲}}{m_{乙}} = \frac{E_{甲}}{E_{乙}},$$

$$\text{即} \quad \frac{m_{甲}}{E_{甲}} = \frac{m_{乙}}{E_{乙}}.$$

即 甲物质的当量数 = 乙物质的当量数。

化学反应中，反应物与生成物之间量的关系是：等克当量数反应物完全反应产生相同克当量数的生成物。这个关系在化学计算中的应用非常广泛，十分方便。

【例 3】元素 A 的气态氢化物分子组成为 H_xA 。已知其分子量为 34。含有 34 克 H_xA 的水溶液跟含有 135 克 $CuCl_2$ 的溶液完全反应。试计算 A 的原子量。

解 $CuCl_2$ 克当量为：

$$\frac{135 \text{ 克}}{2} = 67.5 \text{ 克},$$

13.5克 CuCl_2 的克当量数为:

$$\frac{13.5 \text{ 克}}{67.5 \text{ 克/克当量}} = 0.2 \text{ 克当量}.$$

因为3.4克 H_xA 与它完全反应,根据当量定律可知 3.4克 H_xA 的克当量数为0.2克当量.由此得:

$$\frac{3.4 \text{ 克}}{\frac{34}{x} \text{ 克/克当量}} = 0.2 \text{ 克当量}$$

$$x = 2.$$

根据分子式 H_xA 得:

$$2 \times 1 + A = 34$$

$$\therefore A = 32.$$

答 A 的原子量为32.

五、物质及其变化的表示方法

(一) 物质的表示法

代表物质的符号有元素符号、分子式、最简式和结构式等。

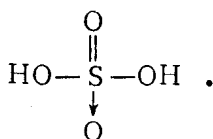
1. 元素符号 元素符号的意义是:表示一种元素;表示该元素的一个原子;表示该元素的原子量。这里要注意的是元素符号只能表示中性原子,而不能用来表示带电的离子,表示离子时,必须在元素符号的右上角写上所带电荷的种类和数量,例如 Mg^{2+} , S^{2-} , Cl^- 等。

2. 分子式 用元素符号来表示物质组成的式子叫做分子式.分子式表示的分子里各元素的原子个数,是通过实验测定物质的组成后确定的.因此分子式里各元素的原子数目必须明确写出来,不能遗漏。例如氯气分子是由2个氯原子组成

的，分子式是 Cl_2 ，这里表示氯原子数的2必须写在元素符号Cl的右下角，而不能写成 2Cl 。

能否正确写出物质的分子式是和能否正确掌握元素的化合价有密切关系的。化合价表示一定数目的一种元素的原子与一定数目的其它元素的原子化合的性质。

分子式只能表示分子由哪些原子组成，而不能表示这些原子的结合顺序，也不能表示使这些原子结合的化学键。结构式就是用来表示分子里各原子的结构顺序的式子，它同时还表达了这些原子间的化学键是单键、双键还是叁键。结构式主要用在有机化学里表示有机化合物的分子结构。有时候在无机化学里也用结构式表示无机化合物的分子结构。例如硫酸的分子结构可用下式表示：



3. 化合价的实质

(1) 在离子化合物中，元素的化合价就是该元素的一个原子得失电子的数目，失去电子的原子带正电荷，其元素呈正价，得到电子的原子带负电荷，其元素呈负价。

(2) 在共价化合物中，元素的化合价就是该元素的一个原子与其它元素原子形成的共用电子对的数目，电子对偏近的原子，其元素呈负价，电子对偏离的原子，其元素呈正价。

(3) 单质分子中由于是同种元素原子间的结合，其化合价为零。