

化学

修订本

中学生学习丛书

福建人民出版社

UAXUE

内 容 提 要

《中学生学习丛书》是一套高考复习参考用书。1978年初版，1979年修订，这次再作修订。

《中学生学习丛书》（修订二版）共四种：《语文》、《数学》、《物理》、《化学》。它们是按照教育部制订的这四个学科的教学大纲的要求，以全日制十年制学校中学课本为依据编写而成的。它们以高中应届毕业生和知识青年为主要对象，着重帮助他们掌握和巩固各科基本理论和基础知识，提高分析问题和解决问题的能力。为了便于自学，内容力求深入浅出，明白易懂，并配置一定数量的习题，以供练习，书末附有习题答案。

本书包括中学化学基本概念和基本定律、化学基本理论、元素及其无机化合物、有机化合物、化学基本计算、化学实验六个部分。内容简明扼要，并作了一定的归纳分析，便于读者理解记忆。学习时，读者可根据实际情况对内容作必要的取舍和补充。

目 录

化学基本概念和基本定律

一、物质的变化、组成和分类.....	(1)
(一) 物质的变化.....	(1)
(二) 物质的组成.....	(1)
(三) 物质的分类.....	(4)
(四) 化合价.....	(5)
(五) 物质的量.....	(7)
(六) 化学式.....	(10)
(七) 化学基本定律.....	(11)
(八) 化学方程式和热化学方程式.....	(12)
二、溶液、胶体.....	(20)
(一) 溶液、胶体和浊液.....	(21)
(二) 胶体.....	(21)
(三) 溶液.....	(22)
(四) 溶液的浓度.....	(25)
三、无机物的分类及其相互关系.....	(27)
(一) 无机物的分类.....	(27)
(二) 各类无机物的定义、组成和主要性质.....	(28)
(三) 无机物相互之间的关系.....	(32)
(四) 化学反应的基本类型.....	(36)

化学基本理论

一、物质结构	(42)
(一) 原子结构	(42)
(二) 化学键和分子结构	(48)
(三) 分子间力	(58)
(四) 晶体结构	(59)
二、元素周期律和元素周期表	(66)
(一) 元素周期律	(66)
(二) 元素周期表	(67)
(三) 原子的电子层结构与周期律	(70)
(四) 元素及其化合物的性质与原子结构的关系	(72)
(五) 元素周期律和元素周期表的重要意义	(76)
三、化学反应速度和化学平衡	(85)
(一) 化学反应速度	(85)
(二) 化学平衡及化学平衡的移动	(89)
(三) 化学反应速度和化学平衡原理在工业上的应用	(96)
四、电解质溶液	(101)
(一) 电解质和电解质的电离	(101)
(二) 离子反应和离子方程式	(103)
(三) 弱电解质的电离平衡	(105)
(四) 水的离子积和溶液的pH值	(107)
(五) 盐类的水解	(110)
(六) 电解	(113)
(七) 原电池、金属的锈蚀和防腐	(119)

元素及其无机化合物

一、空气 惰性气体	(131)
二、氢 水的组成	(132)
(一) 氢的原子结构和它在周期表里的位置	(132)
(二) 氢气的性质和用途	(132)
(三) 氢气的制法	(133)
(四) 水的组成	(134)
三、卤族元素——氟(F)、氯(Cl)、溴(Br)、碘(I)	(136)
(一) 卤族元素的通性和主要性质 递变规律	(136)
(二) 氯气	(138)
(三) 氯和氢的化合物——氯化氢和盐酸	(141)
(四) 氟、溴、碘及其重要化合物	(142)
四、氧族元素——氧(O)、硫(S)、硒(Se)、碲(Te)	(145)
(一) 氧气	(146)
(二) 硫和硫的主要化合物	(147)
五、氮族元素——氮(N)、磷(P)、砷(As)、 锑(Sb)、铋(Bi)	(156)
(一) 氮气	(157)
(二) 氨和铵盐	(157)
(三) 硝酸	(161)
(四) 硝酸盐	(163)
(五) 磷及其重要化合物	(163)
六、碳族元素——碳(C)、硅(Si)、锗(Ge)、 锡(Sn)、铅(Pb)	(168)
(一) 碳的同素异形体	(168)

(二) 碳的化学性质·····	(169)
(三) 碳的氧化物·····	(170)
(四) 碳化物、碳酸和碳酸盐·····	(170)
(五) 硅及其重要的化合物·····	(172)
七、化学肥料·····	(175)
(一) 氮肥·····	(175)
(二) 磷肥·····	(177)
(三) 钾肥·····	(177)
八、金属概论·····	(183)
(一) 金属在周期表里的位置和结构特点·····	(183)
(二) 金属晶体和金属键·····	(183)
(三) 金属的性质·····	(184)
(四) 金属冶炼的一般方法·····	(185)
(五) 合金·····	(186)
九、碱金属——锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铷(Rb)、 铯(Cs)·····	(188)
(一) 碱金属在元素周期表的位置和它们的通性·····	(188)
(二) 碱金属元素的主要性质递变·····	(188)
(三) 钠·····	(188)
(四) 氢氧化钠·····	(190)
(五) 碳酸钠和碳酸氢钠·····	(191)
十、镁和铝·····	(195)
(一) 镁·····	(195)
(二) 硬水及其软化·····	(196)
(三) 铝·····	(197)
十一、过渡元素·····	(202)

(一) 过渡元素在元素周期表里的位置和原子结构的特征	(202)
(二) 过渡元素的通性	(203)
(三) 络合物	(204)
(四) 铁	(206)
(五) 铜	(211)

有 机 化 合 物

一、有机化合物概论	(215)
(一) 有机物与无机物的区别	(215)
(二) 有机结构学说和杂化轨道理论要点	(216)
(三) 几个基本概念	(218)
(四) 有机物的分类	(221)
(五) 有机物的命名法	(222)
(六) 几种重要的有机化学反应	(224)
二、各类有机化合物	(231)
(一) 烃	(231)
(二) 烃的衍生物	(232)
(三) 糖类	(232)
(四) 氨基酸和蛋白质	(232)
三、天然资源的综合利用	(241)
(一) 石油的综合利用	(241)
(二) 煤的综合利用	(241)
(三) 油脂的综合利用	(244)
(四) 纤维素的综合利用	(245)
四、有机高分子化合物	(245)

五、几种有机物的检验.....	(249)
-----------------	-------

化 学 基 本 计 算

一、有关分子式的计算.....	(254)
(一) 计算化合物里某种元素或某种有效成分的 百分含量.....	(254)
(二) 摩尔和气体摩尔体积.....	(256)
(三) 气态物质分子式的确定.....	(261)
(四) 当量.....	(266)
二、关于溶液的计算.....	(270)
(一) 有关溶解度的计算.....	(270)
(二) 有关溶液浓度的计算.....	(274)
三、应用化学方程式的计算.....	(283)
(一) 关于反应物和生成物量的基本计算.....	(284)
(二) 关于反应物或生成物中含杂质的计算.....	(284)
(三) 关于利用率和产率的计算.....	(285)
(四) 关于过量问题的计算.....	(286)
(五) 关于多步反应的计算.....	(287)
(六) 溶液反应中有关溶液浓度的计算.....	(289)
(七) 其他类型的计算.....	(290)
(八) 燃烧热和中和热的计算.....	(296)
四、有关化学平衡和电离平衡的计算.....	(298)
(一) 化学平衡的计算.....	(298)
(二) 有关电离度和电离常数的计算.....	(303)
(三) 有关溶液pH值的计算.....	(304)

化 学 实 验

一、几种常用化学仪器的主要用途·····	(309)
二、化学实验的基本操作和技能·····	(315)
(一) 试剂的存放和使用·····	(315)
(二) 加热、溶解、过滤、蒸发、结晶、分液和萃取·····	(316)
(三) 溶液的配制·····	(319)
(四) 中和滴定·····	(320)
(五) 分子量的测定·····	(320)
三、几种常见气体的制取·····	(323)
(一) 几种常见气体的制取及检验·····	(323)
(二) 几种常见气体的发生及收集装置图·····	(325)
四、物质的分离和检验·····	(330)
(一) 物质的分离和提纯·····	(330)
(二) 物质的检验·····	(332)

总 思 考 练 习 题

附录 I 碱、酸、盐的溶解性表·····	(354)
附录 II 常见的几种弱电解质的电离常数(25°C) ···	(355)

化学基本概念和基本定律

一 物质的变化、组成和分类

(一) 物质的变化

我们周围的世界是一个物质的世界，物质处于永恒的运动和变化之中。物质如果只发生外形或状态的改变，而没有生成新的物质，这种变化叫做物理变化。物质发生变化时，如果生成了新的物质，这种变化叫做化学变化（也叫化学反应）。

化学变化和物理变化常常同时发生。在化学变化过程里一定同时发生物理变化。但在物理变化的过程里不一定发生化学变化。

物质不需要化学变化就能表现出来的性质叫做物理性质，例如颜色、状态、气味、沸点、硬度、比重和溶解性等。物质在化学变化中才能表现出来的性质叫做化学性质。

(二) 物质的组成

从宏观来看，物质是由元素组成的；从微观来看，物质是由分子（离子或原子）构成的。现从两个方面来说明物质的组成。

1. 元素 元素是具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子总称。例如氢分子和水分子、甲烷分子、硫酸分子中所含的氢原子都具有相同的核电荷数，我们把它们统称为氢元素。目前已发现的元素有 107 种，它们组成了世界上几百

万种的物质。

为了便于表达和书写，各种元素都有一定的符号来表示，这种符号叫做元素符号，如氧元素用“O”表示，铁元素用“Fe”来表示。

书写元素符号时一定要注意，第一个字母必须大写，第二个字母必须小写，以免混淆。例如钴的元素符号是“Co”，若写成“CO”那就错了，因为后者表示一氧化碳分子。

元素符号可表示如下意义：表示一种元素；表示该元素的1个原子或1摩尔原子；表示该元素的原子量或摩尔质量。

同一元素的不同原子的原子核里一定含有相同的质子数，但可以有不同的中子数，这种原子中具有相同的质子数和不同中子数的同一元素的原子互称同位素。例如氢元素有三种不同的原子： ${}^1_1\text{H}$ 氢（氕）， ${}^2_1\text{H}$ 重氢（氘）， ${}^3_1\text{H}$ 超重氢（氚），它们都是氢元素，但它们是不同的氢原子，因而它们之间互称同位素。多数元素具有同位素，所以，现有元素107种，但就原子而言，则远不止107种。

自然界里的各种元素，有两种存在形态。一种是以单质形态存在的，叫做元素的游离态。一种是以化合物形态存在的，叫做元素的化合态。

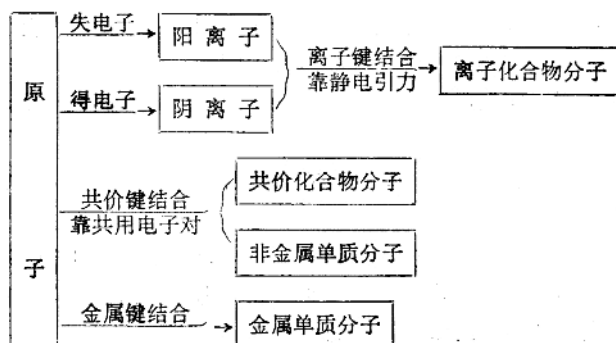
2.原子、离子和分子 原子是化学变化中的最小微粒，原子失去或获得电子即成为离子（阳离子或阴离子），因此离子就是带有电荷的原子或原子团。原子团就是原子集团，它们在许多化学反应里，作为一个整体参加化学反应，象一个原子一样。分子即是保持物质化学性质的一种微粒。原子、离子和分子都是构成物质的基本微粒。同种原子，离子或分子其大小、质量和性质相同。

(1) 元素和原子的联系和区别；

	元 素	原 子
联 系	元素是具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子的总称	原子是个体，是体现元素性质的最小微粒（元素的最小单位就是一个原子）
区 别	元素没有数量的概念，只表示种类而不表示个数	原子有数量的概念，分种类又讲个数
适用范围	应用于宏观领域	应用于微观领域
举 例	水是由氢元素和氧元素组成的，不能讲水是由二个氢元素和一个氧元素组成的	水分子是由二个氢原子和一个氧原子构成的，不能说水分子是由氢元素和氧元素组成的。

在化学反应中，原子因得失电子而改变了组成，变成成为离子，但元素的种类并未改变，这就是说化学反应只能改变原子的电子数，而不能改变原子核的组成，所以反应前有什么元素，反应后仍然是那些元素（放射性衰变除外）。例如钠原子失去一个电子变为钠离子。钠原子和钠离子都还是钠元素。

(2) 原子、离子和分子的相互关系：



由此可见，分子是由原子或离子构成的，因而化学反应过程是分子分解为原子，再重新组合为其他物质的分子；或分子离解为离子，再重新组合成其他物质的分子。

(3) 物质的构成关系 从微观来看，大多数物质是由分子构成的，例如，水是由水分子构成的。有些物质由原子或离子直接构成的。例如，铁是由铁原子构成的。氯化钠是由钠离子和氯离子构成的。

从宏观来看，物质是由元素组成的，例如，硫酸是由硫、氢、氧三种元素组成的。

构成物质的分子之间、原子之间或离子之间都有间隔。气态物质间隔大，液态次之，固态最小。分子、离子或原子按一定的几何形状组成了具有一定形状的晶体。如干冰、硫酸铜晶体和金刚石都有一定的结晶形状。

(三) 物质的分类

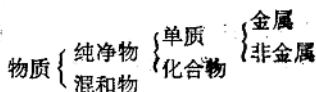
1. 单质和化合物 由同种元素组成的物质叫做单质，单质可分为金属（如铁、铜、铝等）和非金属（如氧气、硫、碳等）。

同一种元素可以组成性质不同的单质，例如由磷元素组成的白磷和红磷，碳元素组成的金刚石和石墨，以及氧元素组成的氧气和臭氧（ O_3 ）等，这种由同种元素组成的不同性质的单质，叫做同素异形体，而这一现象叫做同素异形现象。

由不同种元素组成的物质叫做化合物，任何纯净的化合物都有固定的组成。

2. 纯净物和混和物 由同种分子构成的物质叫做纯净物。由不同种分子构成的物质叫做混和物，混和物没有固定的组成，各物质仍保持原来的性质。

物质大致可以分为：



(四) 化合价

我们把一定数目的一种元素的原子同一定数目的其他元素的原子化合的性质叫做这种元素的化合价。化合价有正价和负价。

在离子化合物中，元素的化合价的数值，就是这种元素的一个原子得失电子的数目。失去电子的原子带正电，这种元素的化合价是正价；得到电子的原子带负电，这种元素的化合价是负价。如氯化钙中钙为+2价，氯为-1价。在共价化合物中，元素化合价的数值，就是这种元素的一个原子跟其它元素的原子形成的共用电子对的数目。电子对偏向哪种原子，哪种原子就是负价；电子对偏离哪种原子，哪种原子为正价。如氯化氢分子中，氯为-1价，氢为+1价。

在化合物中，氢通常是+1价，氧通常是-2价，金属元素一般都是正价，非金属元素通常显负价，但非金属与氧化合时却显正价（氟除外）。例如， H_2S 分子中，硫为-2价；但在 SO_2 分子中，硫为+4价。

在化合物中，正价总数一定等于负价总数。但元素的化合价不是固定不变的。许多元素在不同的化合物中，可以显示出不同的化合价（变价）。如在 $FeCl_3$ 中，铁为+3价，而在 $FeCl_2$ 中，铁为+2价。（参见表1-1）

元素的化合价是元素的原子在形成化合物时表现出来的一种性质。因此，在单质分子里，元素的化合价为

零。

在化合物分子中，往往有由两个或两个以上的原子结合而成的原子团，在许多化学反应中通常并不分开，好象一个原子一样，这种原子团叫做**根**。根也有化合价，有的是正价，有的是负价。如铵根为+1价，硫酸根为-2价。（参见表1—2）根据化合物分子中各元素正负化合价的代数和为零的原则，可以正确地写出已知物质的分子式，检查分子式的正误；也可根据化合物的分子式，求出各组成元素的化合价。

表1—1

常见元素化合价

元素名称	元素符号	常见的化合价	元素名称	元素符号	常见的化合价
钾	K	+ 1	氢	H	+ 1
钠	Na	+ 1	氯	Cl	- 1, + 1, + 5, + 7
银	Ag	+ 1	溴	Br	- 1
钙	Ca	+ 2	碘	I	- 1, + 5
镁	Mg	+ 2	氧	O	- 2
锌	Zn	+ 2	硫	S	- 2, + 4, + 6
铜	Cu	+ 1, + 2	碳	C	+ 2, + 4
汞	Hg	+ 1, + 2	硅	Si	+ 4
铁	Fe	+ 2, + 3	氮	N	- 3, + 2, + 4, + 5
铝	Al	+ 3	磷	P	- 3, + 5

表1—2

常见的根价表

	名 称	符 号	名 称	符 号
一价根	铵 根	NH_4^{+1}	醋 酸 根	$\text{CH}_3\text{COO}^{-1}$
	氢 氧 根	OH^{-1}	磷酸二氢根	$\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$
	氯 根	Cl^{-1}	碳酸氢根	HCO_3^{-1}
	硝 酸 根	NO_3^{-1}	偏 铝 酸 根	AlO_2^{-1}
	高锰酸根	MnO_4^{-1}	硫 酸 氢 根	HSO_4^{-1}
二价根	硫 酸 根	SO_4^{-2}	偏 硅 酸 根	SiO_3^{-2}
	亚硫酸根	SO_3^{-2}	磷 酸 氢 根	HPO_4^{-2}
	碳 酸 根	CO_3^{-2}	氢 硫 酸 根	S^{-2}
三价根	磷 酸 根	PO_4^{-3}		

(五) 物质的量

1. 原子量和分子量 原子虽然很小，但有一定的质量。原子的质量若用通常的质量单位（克，千克）来表示，则书写、记忆和使用都很不便。因此，在科学上，一般不直接用原子的实际质量，而是采用不同原子的相对质量。国际上是以原子核里含有6个质子和6个中子的碳原子（ $^{12}_6\text{C}$ ）的质量的1/12作为标准，其他原子的质量跟它相比较所得的数值，就是该种原子的原子量。原子量是个比值，没有单位。

原子核中的质子数与中子数之和可得近似原子量的整数，这数值叫质量数，而不是真实的原子量。

分子是由原子组成的。因而一个分子的质量就是组成这个分子的各元素原子质量之和，所以分子量就是一个分子中各原子的原子量的总和。和原子量一样，分子量也是没有单位的。

2. 摩尔

(1) 摩尔概念 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。阿佛加德罗常数的数值是 6.02×10^{23} 。这里所指的微粒可以是分子、原子，也可以是离子、电子或其他特定的微粒。因而：

1 摩尔的碳原子，含有 6.02×10^{23} 个碳原子；

1 摩尔的氧气，含有 6.02×10^{23} 个氧分子；

1 摩尔的氢氧根离子，含有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子；

1 摩尔电子，含有 6.02×10^{23} 个电子。

由此可见，凡含有 6.02×10^{23} 个微粒的物质，都是1摩尔的物质。

(2) 摩尔质量 1 摩尔物质的质量叫做摩尔质量。根据实验测得：12克的碳($^{12}_6\text{C}$)所含的碳原子刚好是阿佛加德罗常数个原子，即含有 6.02×10^{23} 个碳原子。所以，1摩尔碳-12的质量是12克(12是它的原子量)。

由此可推知：1 摩尔原子的质量就是用克作单位，数值上等于该元素的原子量，例如：

1 摩尔氯原子的质量为35.5克

1 摩尔硫原子的质量为32克

1 摩尔物质的质量，如果用克作单位，在数值上等于该物质的分子量。例如：

1 摩尔硫酸的质量为98克

1 摩尔水的质量为18克

1 摩尔氢气的质量为2克

离子是带电的原子或原子团，而电子的质量和原子质量相比极小，可忽略不计，因此：

1 摩尔离子的质量，如果用克作单位，在数值上就等于组成1个该离子的各元素原子量的总和。例如：