

化学

金牌奥校

奥林匹克教程

裴大彭 主编

高中

HUAXUE AOLINPIKE JIAOCHENG



中国少年儿童出版社

HUAXUEAOLINPIKE

JIAOCHENG

化学奥林匹克教程

责任编辑 惠 玮

封面设计 徐 欣

ISBN 7-5007-5521-X



9 787500 755210 >

ISBN 7-5007-5521-X/G·4313

定 价: 14.80元

金牌奥校

高中

化学奥林匹克教程

裘大彭 主编

中国少年儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学奥林匹克教程. 高中年级 / 《金牌奥校》编写组编.
- 北京: 中国少年儿童出版社, 2000.12

(金牌奥校)

ISBN 7-5007-5521-X

I. 化… II. 金… III. 化学课-高中-教学参考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 78959 号

主编 裘大彭

编著 赵德民 李 埴 冯 朋

常文泉 傅 民 孙克铨

化学奥林匹克教程·高中

中国少年儿童出版社 出版发行

责任编辑: 惠 玮

美术编辑: 徐 欣

社址: 北京东四十二条 21 号

邮政编码: 100708

印刷: 山东电子工业印刷厂

经销: 新华书店

850×1168 1/32 12.375 印张 296 千字

2001 年 1 月北京第 1 版 2001 年 1 月山东第 1 次印刷

印数: 1—20000 册

ISBN7-5007-5521-X/G·4313

(全二册) 总定价: 25.60 元 本册定价: 14.80 元

凡有印装问题, 可向印装厂家调换

编写说明

推进素质教育，培养创新能力，是当前我国教育改革的重大方向，并受到教育界的普遍重视和社会的广泛关注。多年的学科竞赛实践表明，合理地开展学科竞赛活动，是促进学校教育改革，提高学生学科素质的积极因素。

为了配合素质教育的形势需要，进一步推动学科竞赛活动的开展，我们依据统编教材，并按照我国学科竞赛大纲的规定，编写了这套《金牌奥校》丛书。希望能对中学生开阔视野、启迪思维、发展智力、提高能力有所帮助，从而促进从知识型向能力型的转变。同时也希望能为广大同行在对学生实施素质教育的过程中提供一些参考。

《金牌奥校》丛书是数学、物理、化学等专业学会专家学者及奥校教练员、部分省市教研员，在认真分析了中学生应具备的各学科基础知识和基本技能的前提下，结合奥校智能训练实际情况编写而成的，本丛书有以下二个特色：

一、面向全体中学生

本丛书覆盖了中学的全部基础知识、基本方法、基本技能和学科思想。取材源于统编教材，但又不局限于课本，坚持“强化基础，适当提高，突出重点”的原则，对课本内容作了必要概括、合理变通和适应拓广。因此该套丛书可作为中高考复习资料。

2004.5.7/10

二、照顾有兴趣特长的中学生

本套丛书设立了专题研究，对竞赛中的常见方法在理论和实践的基础上作了综合性研究，可培养深广的学科思维能力、学科思想方法和学科应用意识。因此本套丛书又可作为竞赛学习、培训的资料和教材。

本套丛书按年级和学科编写，并包括以下几个部分：奥林匹克教程、奥林匹克集训题精编、奥林匹克题典、奥林匹克模拟试卷。内容由易到难，由简入繁，讲练结合，编排科学合理。

本丛书是在统一规划下，根据详细的计划界定而由全体编委分工编写的。它是教学和科研的成果，是集体智慧的结晶。在编写和统稿的过程中，我们虽然注意博采众长，并力求有自己的风格，但由于水平有限，缺点和错误难免，诚恳地希望读者能提供宝贵意见和建议。

编 者

目 录

第一章 化学基本概念	(1)
I. 内容概述	(1)
II. 例题解析	(38)
第二章 化学基本原理	(61)
I. 内容概述	(61)
II. 例题解析	(106)
第三章 元素及其化合物	(164)
I. 内容概述	(164)
II. 例题解析	(201)
第四章 有机化学基础	(236)
I. 内容概述	(236)
II. 例题解析	(265)
第五章 化学实验的设计	(287)
I. 内容概述	(287)
II. 例题解析	(299)
第六章 化学计算	(337)
I. 内容概述	(337)
II. 例题解析	(342)

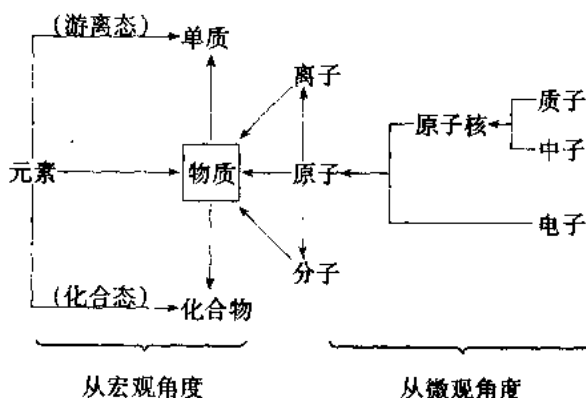
第一章 化学基本概念

I. 内容概述

一、物质的组成

1. 知识网络

表 1-1



2. 分子、原子和离子

(1) 分子和由分子构成的物质

(i) 分子是构成物质的一种能独立存在的微粒,它保持着这种物质的化学性质。

分子有一定的大小和质量;分子间有一定的间隔(物质三态的

变化就是分子间距离改变的结果);分子在不停地运动着(蒸发、溶解、扩散现象就是分子运动的例证);分子间有一定的作用力,物理变化是分子运动状态改变的结果。

(ii)由分子构成的物质(在固态时为分子晶体):如一些非金属单质(氢气、氧气、臭氧— O_3 、卤素、硫、磷、稀有气体等)、气态氢化物、酸酐、酸类和有机物等。

(2)原子和由原子构成的物质

(i)原子是物质参加化学变化的最小微粒(分子一般是由更小的微粒——原子构成的)。在化学反应中,物质分子中的原子彼此分开,并重新结合成新物质的分子,但原子本身并未改变,所以化学反应的实质是原子的化分与化合,是原子运动形态的变化。

原子有一定的种类、大小和质量,原子间也有一定间隔,并不停地运动(未发生反应时是一定范围内的振动)。原子间有一定的作用力。

(ii)由原子构成的物质(固态时为原子晶体):少数非金属晶体,如金刚石、石墨、晶体硅和二氧化硅等,都是由原子直接构成的(金属单质如果从原子分子观点看,可认为是由原子构成的,但实际上是由金属离子和自由电子构成的)。

(3)离子和由离子构成的物质

(i)离子是带有电荷的原子或原子团。带正电荷的离子叫阳离子,如: Na^+ 、 NH_4^+ 、 $[Ag(NH_3)_2]^+$;带负电荷的离子叫阴离子,如: Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 $[Fe(CN)_6]^{4-}$ 。

(ii)由离子构成的物质(固体时为离子晶体):绝大多数盐类、强碱类和低价金属的氧化物等是由阳、阴离子构成的。

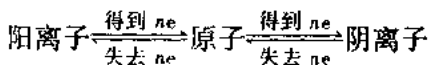
(iii)离子和原子的区别与联系:离子和原子在结构和性质上均不同,以原子和它的简单离子为例进行比较,可从结构(电子排布、电性、半径)和性质(颜色、对某物质的不同反应情况、氧化性或

还原性)等方面加以对照,见下表:

表 1-2 原子和离子的比较

项目	钠原子(Na)	钠离子(Na ⁺)
结构简图		
电子排布式	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6$
电性	不带电	带 1 单位正电荷
半径	较大	较小
颜色	金属钠为银白色	无色
与某些物质的作用	跟水剧烈反应,放出氢气 具有还原性	跟水不反应,具有弱氧化性
相互转化	$\text{Na} \xrightleftharpoons[\text{得到 } e(\text{熔融氯化钠电解})]{\text{失去 } e(\text{与氯气、水反应})} \text{Na}^+$	

原子和离子是可以转化的.

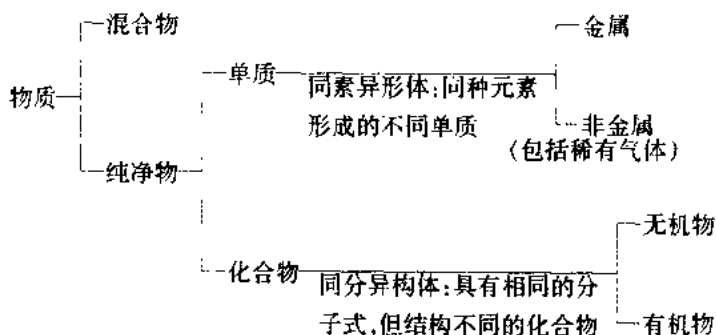


二、物质的分类

1. 知识网络

(1) 物质的简单分类

表 1-3



(2) 无机化合物的分类

表 1-3

无机化合物	氧化物	酸性氧化物 ($\text{CO}_2, \text{SO}_3, \text{SO}_2, \text{P}_2\text{O}_5, \text{CrO}_3, \text{Mn}_2\text{O}_7$) 碱性氧化物 ($\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}, \text{CaO}, \text{Fe}_2\text{O}_3$) 两性氧化物 ($\text{Al}_2\text{O}_3, \text{ZnO}$) 不成盐氧化物 (如 CO, NO) 过氧化物 (如 $\text{Na}_2\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}_2$) 特殊氧化物 (如 Fe_3O_4)、超氧化物 (如 KO_2)
	酸	按酸根分 { 含氧酸: $\text{H}_2\text{CO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_3\text{PO}_4, \text{HNO}_3, \text{HClO}$ 无氧酸: 盐酸、氢氟酸、氢硫酸 按电离出 H^+ 数分 { 一元酸: 盐酸、硝酸、高氯酸 二元酸: 碳酸、硫酸、亚硫酸、硅酸 三元酸: 磷酸 按强弱分 { 强酸: $\text{HClO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HNO}_3, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{HI}$ 中强酸: $\text{H}_2\text{SO}_3, \text{H}_3\text{PO}_4$ 弱酸: $\text{HF}, \text{H}_2\text{CO}_3, \text{H}_2\text{S}, \text{HClO}, \text{H}_2\text{SiO}_3$ 按酸根有无氧化性 { 强氧化性酸: 浓 $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HNO}_3, \text{HClO}, \text{HMnO}_4$ 还原性酸: $\text{H}_2\text{SO}_3, \text{H}_2\text{S}, \text{氢卤酸}$ 按稳定性分 { 稳定性酸: $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_3\text{PO}_4$ 不稳定性酸: $\text{H}_2\text{CO}_3, \text{H}_2\text{SO}_3, \text{HNO}_3, \text{HClO}$ 按沸点高低分 { 挥发性酸 (低沸点酸): 无氧酸、 HNO_3 难挥发酸 (高沸点酸): $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_3\text{PO}_4$
无机化合物	碱	按溶解性分 { 可溶性碱: $\text{NaOH}, \text{KOH}, \text{Ba}(\text{OH})_2, \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 微溶性碱: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 难溶性碱: $\text{Cu}(\text{OH})_2, \text{Fe}(\text{OH})_3$ 按 OH^- 数分 { 一元碱: NaOH, LiOH 二元碱: $\text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Cu}(\text{OH})_2$ 多元碱: $\text{Fe}(\text{OH})_3, \text{Al}(\text{OH})_3$ 按强弱分 { 强碱: $\text{KOH}, \text{NaOH}, \text{Ba}(\text{OH})_2$ 中强碱: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (偏强) 弱碱: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{Cu}(\text{OH})_2$
	盐	按组成 { 正盐 (酸与碱完全中和的产物): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{K}_3\text{PO}_4$ 酸式盐 (碱中和酸中部分氢离子的产物): $\text{NaHCO}_3, \text{NaHSO}_4$ 碱式盐 (酸中和碱中部分氢氧根离子的产物): $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 复盐: 明矾 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、光卤石 $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 络盐: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}, \text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ 按酸根 { 含氧酸盐: $\text{CaSO}_4, \text{Na}_2\text{CO}_3$ 无氧酸盐: $\text{NaCl}, \text{MgCl}_2, \text{FeS}$ 按形成 { 强酸强碱盐: $\text{NaCl}, \text{K}_2\text{SO}_4$ (不水解, 水溶液显中性) 强酸弱碱盐: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, \text{FeCl}_3$ (水解, 水溶液显酸性) 强碱弱酸盐: $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{Na}_2\text{S}$ (水解, 水溶液显碱性) 弱酸弱碱盐: $\text{CH}_3\text{COONH}_4, (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (水解, 谁强显谁性)

2. 物质的简单分类

(1) 元素

(i) 元素是具有相同核电荷数(质子数)的同类原子的总称。

(ii) 元素的存在状态:

▲游离态元素:在单质中的元素为游离态元素.由同种元素形成的不同单质(它们的性质是有差异的)叫同素异形体.常有下列三种形成方式:

- 组成分子的原子个数不同:如 O_2 和 O_3 (臭氧)
- 晶格的原子排列方式不同:如金刚石和石墨.
- 晶格的分子排列方式不同:如正交硫和单斜硫.

▲化合态元素:在化合物中的元素为化合态元素.同一元素的游离态和化合态虽然就元素而言其品种相同,但性质却有很大差别.

(iii) 元素和原子的区别与联系:见下表

表 1-4 元素和原子的区别与联系

项 目	元 素	原 子
概念不同	元素是具有相同核电荷数的一类原子的总称 如 ${}^0\text{Cl}$ 、 ${}^{-1}\text{Cl}$ 、 ${}^{+5}\text{Cl}$ 、 Cl^- 均称氯元素	原子是化学变化中的最小微粒
含义不同	元素只分种类,通常没有数量(个数)的含义.如说水是由氢元素和氧元素组成,而不能说水是由 2 个氢元素和 1 个氧元素组成	原子既讲种类,又讲数量(个数),如说水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子所组成
应用范围不同	元素是宏观概念,说明物质的宏观组成时应用它	原子是微观概念,说明物质的微观结构时或反应机理时应用它

项 目	元 素	原 子
种类不同	具有相同的质子数和不同的中子数的如 ^1H 、 ^2H 、 ^3H 互称同位素,它们同是氢元素	^1H 、 ^2H 、 ^3H 是三种氢原子,所以原子比元素的种类多
相互联系	元素与原子含义不同,但任何一类原子均称为元素	

3. 无机物分类

(1)氧化物:由氧和另一种元素所组成的化合物。

在一般情况下不能直接生成盐的氧化物叫不成盐的氧化物,如 CO 和 NO 等;在一般情况下经直接化学反应生成盐的氧化物叫成盐氧化物,如 CaO 和 SO_2 等。大多数氧化物属于成盐氧化物。成盐氧化物还可分为下面三种:

(i)碱性氧化物:能跟酸反应生成盐和水的氧化物(但不能跟碱反应),如 MgO 、 CaO 、 CuO 、 Fe_2O_3 等。

(ii)酸性氧化物(又叫酸酐):能跟碱反应生成盐和水的氧化物(一般不跟酸反应),如 CO_2 、 SO_3 等。

(iii)两性氧化物:既能跟酸也能跟碱反应生成盐和水的氧化物,如 Al_2O_3 、 ZnO 等。

(2)酸:由氢原子和酸根所组成,并能跟碱反应生成盐和水的化合物。

酸中的酸根指酸分子里除去能被金属置换的氢原子以后的剩余部分(酸根在溶液中以离子形式存在),如 SO_4^{2-} 。

酸在水溶液中电离时生成氢离子和酸根离子,且所生成的阳离子全部都是氢离子(H^+)。

按酸中是否含氧,则可以把酸分为:

(i)含氧酸:酸根中含有氧元素的酸,如 H_2SO_4 、 H_3PO_4 等。

(ii)无氧酸:酸根中不含有氧元素的酸,如: HCl 、 H_2S 等。

此外还可根据电离出的 H^+ 数;酸根是否有氧化性;酸的稳定性、挥发性及导电强弱进行分类。

(3)碱:由金属原子和氢氧根组成,并能跟酸反应生成盐和水化合物。它在水溶液中电离时产生的阴离子全部都是氢氧根离子(OH^-)。根据溶解性大小可把碱分为可溶碱(其中除 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 外都是强碱),如 KOH 、 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$;不溶性碱(多为弱碱),如 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

此外还可根据含有 OH^- 离子的个数及在水溶液中导电的强弱进行分类。

(4)盐:由金属原子和酸根组成的化合物。在水溶液中它电离时的阳离子中有金属离子或铵离子;阴离子中有酸根离子。

(i)正盐:只由金属离子和酸根组成,它电离时的阳离子全是金属离子或 NH_4^+ 离子,阴离子则全是同种的酸根离子,如 NaCl 、 K_2SO_4 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 等。

(ii)酸式盐:盐中有酸式酸根,或可认为盐中还有一个或几个能被金属原子置换的氢原子,如 NaHCO_3 、 KHSO_4 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 等。

(iii)碱式盐:盐中除金属离子和酸根外还有氢氧根,如 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ 、 $\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}$ 等。

(iv)复盐:电离时产生的全系离子,其中有两种(或更多)阳离子和一种酸根离子。如: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (明矾)、 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ (硫酸亚铁铵)等。

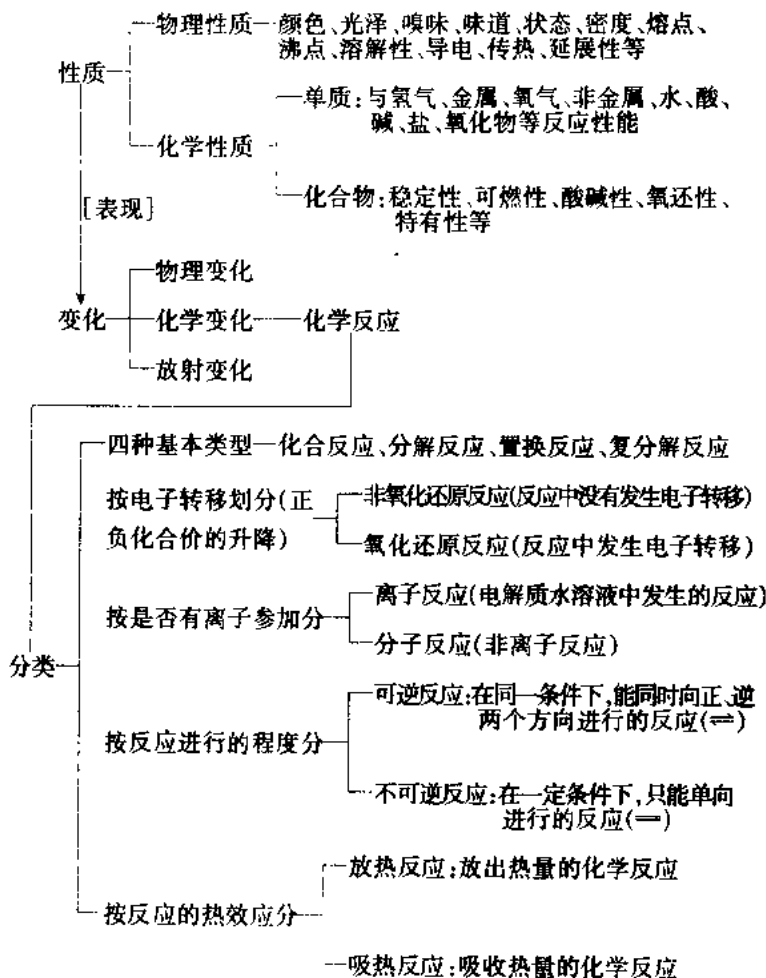
(v)络盐:电离时有络离子生成的盐(络合物的一种),如 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 、 $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ 等。

此外,还可根据盐中所含酸根是否含氧及盐在水溶液中水解的情况进行分类。

三、物质的性质和变化

1. 知识网络

表 1-5



2. 物质的性质

(1) 物理性质

一般多系与分子的聚集状态有关的一些性质,是物质不生成另外物质(即物质种类没变)时就能被测知或感知的性质,是分子组成(由分子构成的物质)不改变时呈现的性质.如:

(i)可由感官直接感知的:由眼可观察的如色、态、光泽、晶形;用鼻可嗅到的气味和用舌感到的味道.

(ii)需要仪器测知的:密度、熔点、沸点、溶解性、导电传热性能等.

(2) 化学性质

物质在生成另外物质时才能呈现的性质,如氧化性、还原性、稳定性、与其它物质反应的性质等.

3. 物质的变化

(1) 物理变化

指没有生成其它物质的变化.即:

(i)物质的形态改变但没有生成新物质的变化.

(ii)由分子构成的物质其分子间隔改变,而分子本身不改变的变化.

(iii)范例:物质的三态变化、金属导电、挥发、升华、蒸馏、分馏、吸附、盐析、电泳、焰色反应、汽油去油污、潮解、粉碎、凝聚等.

(2) 化学变化

(i)物质不但形态改变,而且生成了新物质的变化.

(ii)物质分子内部原子间的关系发生了变化.

(iii)范例:风化、硫化、老化、裂化、裂解、干馏、脱水、气割、钝化、蛋白质变性、同素异性体相互转化等等.

说明:①溶解、潮解过程中既有物理变化,又有化学变化.

②某些元素原子的裂变、聚变等,虽有新物质生成,但不属于