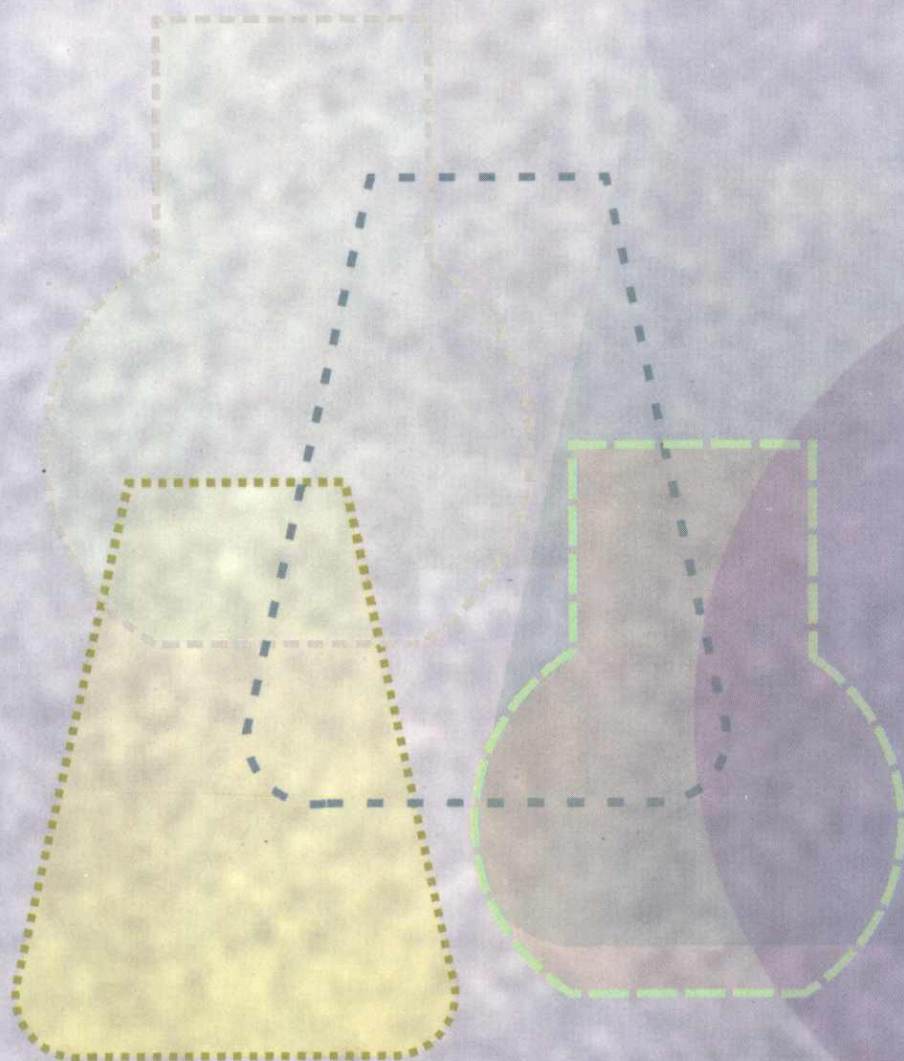


大学预科系列教材

化学

暨南大学华文学院 编



暨南大学出版社

大学预科系列教材

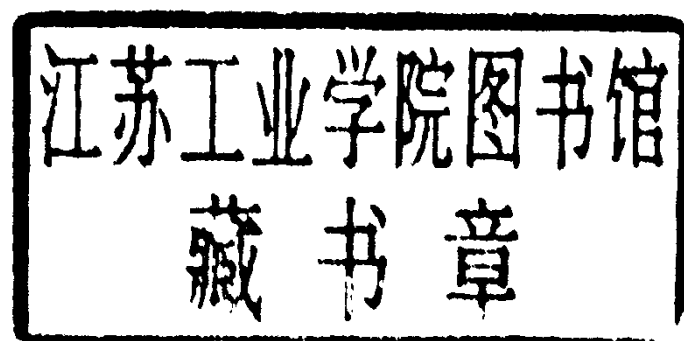
C6-42
136

化 学

暨南大学华文学院编

主编：李志红

编者：李志红 曾文明 谢晓华 洪 毅



暨南大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学/李志红主编. —广州: 暨南大学出版社, 2001.8
ISBN 7-81079-008-0

I. 化… II. 李… III. 化学课—高中—教材… IV. G634.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 041717 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学 邮编: 510630

电 话: 编辑部 (8620) 85225262/85220289/85225277

发行部 (8620) 85223774/85225284/85220602 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) /85223774 (发行部)

排 版: 暨南大学出版社照排中心

印 刷: 中国人民解放军第四二三二工厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 18

字 数: 454 千

版 次: 2001 年 8 月第 1 版

印 次: 2001 年 8 月第 1 次

定 价: 37.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社发行部联系调换)

目 录

序言	(1)
第一章 化学基本概念	(1)
一、物质的组成和分类	(1)
二、化学用语	(3)
三、物质的变化	(6)
四、化学的量	(10)
五、道尔顿与原子学说* (注有*号的内容为阅读教材)	(12)
第二章 物质结构理论	(14)
一、原子结构	(14)
二、元素周期律和元素周期表	(21)
三、化学键与分子结构	(28)
四、化学键理论的建立和发展*	(35)
第三章 化学反应速率和化学平衡	(39)
一、化学反应速率	(39)
二、化学平衡	(45)
三、化学平衡的移动	(48)
四、化学反应速率和化学平衡原理在生产中的应用	(52)
第四章 溶液	(55)
一、溶液的基本概念	(55)
二、物质的溶解度	(56)
三、溶液浓度的表示方法及计算	(59)
四、稀溶液的通性	(62)
五、胶体	(67)
第五章 电解质溶液	(71)

一、电解质	(71)
二、弱电解质的电离平衡	(74)
三、水的电离和溶液的 pH 值	(79)
四、同离子效应和缓冲溶液	(82)
五、盐类的水解	(86)
六、难溶电解质的沉淀与溶解平衡	(91)
第六章 氧化—还原反应和电化学基础	(100)
一、氧化—还原反应	(100)
二、原电池	(103)
三、电极电势	(106)
四、电解及其应用	(110)
五、金属的腐蚀及防护	(114)
六、化学电源*	(117)
第七章 元素无机化学	(121)
一、氢气和水	(121)
二、卤族元素	(126)
三、氧和硫	(133)
四、氮和磷	(141)
五、碳和硅	(148)
六、铝及其化合物	(155)
七、碱金属	(160)
八、碱土金属	(165)
九、过渡元素	(168)
第八章 烃	(179)
一、有机化学	(179)
二、烷烃	(180)
三、烯烃和炔烃	(188)
四、芳香烃	(197)
五、化石燃料*	(203)
第九章 烃的衍生物	(208)
一、卤代烃	(208)
二、醇和酚	(211)
三、醛和酮	(219)

四、羧酸和酯	(222)
五、胺和酰胺	(228)
六、糖类和蛋白质	(229)
第十章 化学实验	(236)
一、化学实验基础知识	(236)
二、实验报告格式	(238)
三、化学实验常用仪器	(241)
四、常见试剂的存放和取用	(242)
五、常见离子的检验	(243)
六、常见有机物的鉴别	(244)
七、学生实验	(245)
附录	
附录 I 部分习题参考答案	(265)
附录 II 酸、碱和盐的溶解性表 (293K)	(270)
附录 III 常用电对的标准电极电势*	(271)
附录 IV 元素周期表	(272)
参考资料	(273)
后 记	(274)

第一章 化学基本概念

化学 (chemistry) 是研究元素及其形成的化合物的学科, 它主要是在分子、原子或离子层次上研究物质的组成、结构、性质、变化规律及其应用的科学。随着现代科学的不断发展, 化学已经深入到人类社会的各个领域, 是一门重要的自然科学。

化学基本概念是基础化学中广泛应用的概念, 是基础化学的重要组成部分, 是学习化学基础理论、元素、无机化学、有机化学、化学实验、化学计算等方面化学知识的基础。

化学基本概念可以分为基础知识和基本技能两个方面, 属于基础知识的概念主要有: 组成、结构、性质、变化、化学量以及化学用语等; 属于基本技能的概念有实验技能和化学计算等。

一、物质的组成和分类

(一) 物质的组成

物质 (matter) 是指独立存在于人的意识之外的客观实在。世界是物质的, 一切物质都在不停地运动着。永恒的运动是物质的属性, 运动是物质存在的形式。没有运动, 便没有物质, 没有物质就不会有我们生活的物质世界。而构成这个物质世界的基本微粒是分子、原子和离子。

1. 分子 (molecule)

分子是保持物质化学性质的一种微粒。分子是形成化合物的基本单元之一, 它是化合物能参与化学反应的最小部分。硫酸、水、甲烷、氨等物质都是由分子组成的。

分子处于不断的运动之中, 分子之间有一定的间隔, 同种物质的分子性质相同, 不同种物质的分子性质不同。分子还可以再分为原子。

2. 原子 (atom)

原子是化学变化中的最小微粒。原子是元素能够存在的最小单元。原子不停地运动着。

原子可以彼此通过共价键直接组成物质, 这类物质属于原子晶体 (atom crystal), 如金刚石、晶体硅等。物质内部的原子和原子之间有一定的间隔。原子可以通过共价键结合成分子再组成物质, 这类物质属于分子晶体 (molecule crystal), 如干冰、碘、冰等。

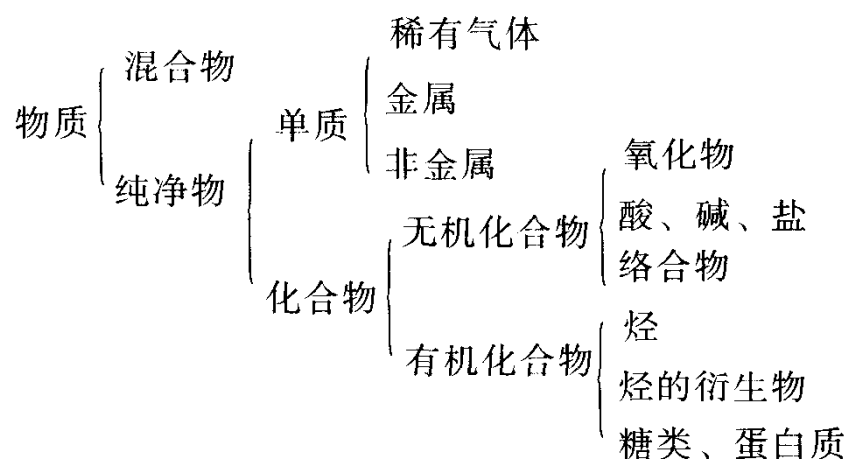
3. 离子 (ion)

离子是带电的原子或原子团。

原子失去电子带正电荷变成阳离子 (cation), 原子得到电子带负电荷变成阴离子 (anion)。带电的原子团有阴离子和阳离子, 如高锰酸根离子 (MnO_4^-)、铵根离子 (NH_4^+) 等。有些物质是由离子构成的, 如食盐、氢氧化钠等。

(二) 物质的分类

世界上的物质千差万别，种类繁多，分类的方法也各有不同，按其组成分类的话，可以简单地分成以下几类：



1. 混合物 (mixture)

混合物指的是由两种或多种不同的单质或化合物组成的物质。例如：空气、石油等。混合物可以通过物理方法进行分离。

2. 纯净物 (pure substance)

纯净物指的是由一种单质或化合物组成的物质。例如：氧气、氯化氢气体、氢氧化钠固体、氯化钠晶体、苯等。

3. 单质 (simple substance)

单质指的是由同种元素组成的纯净物。例如：氢气、晶体硅、氖气、铁等。

4. 化合物 (compound)

化合物指的是由不同种元素组成的纯净物。例如：硝酸、干冰、氯化钠等。化合物是元素以一定的比例化合所生成的物质。用物理方法不能分离化合物。

5. 氧化物 (oxides)

氧化物指的是元素和氧形成的二元化合物。氧化物包括酸性氧化物、碱性氧化物、两性氧化物和不成盐氧化物。例如：三氧化硫、氧化钠、三氧化二铝、一氧化碳等。

6. 酸 (acid)

酸指的是电离时生成的阳离子全部是氢离子的化合物。

7. 碱 (base)

碱指的是电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物。

8. 盐 (salt)

盐指的是由酸跟碱反应形成的化合物，盐被电离时生成金属离子和酸根离子。盐又分为正盐、酸式盐和碱式盐。

9. 络合物 (complex)

络合物指的是分子或离子跟金属原子或离子通过配位键所形成的化合物。络合物也叫做配位化合物 (coordination compounds)。

10. 有机化合物 (organic compound)

有机化合物指的是含碳元素的化合物。

练习题一

1. 填空题

(1) 分子是保持物质_____的一种微粒，原子是_____中的最小微粒。分子、原子和离子都是构成_____的微粒。

(2) 由_____是混合物，例如_____是混合物。由_____是纯净物，例如_____是纯净物。

(3) 在①烧碱、②纯碱、③生石灰、④五氧化二磷、⑤三氧化硫的水溶液、⑥磷酸二氢钾、⑦ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 等物质中，_____是酸性氧化物；_____是碱性氧化物；_____是酸；_____是碱；_____是正盐；_____是酸式盐；_____是碱式盐。

(4) 在①生铁、②氧气、③石油、④碘酒、⑤氯化钠晶体、⑥甲烷等物质中属于单质的是_____，属于化合物的是_____，属于混合物的是_____。

2. 判断题 (下列说法是否正确？若不正确，请改正)

- ①原子是保持物质化学性质的最小微粒。
- ②原子是构成物质的最小微粒。
- ③分子和原子在化学反应里能生成新的分子和原子。
- ④由同种元素构成的单质是纯净物。
- ⑤水是由氢元素和氧元素组成的。
- ⑥二氧化碳分子是由碳元素和氧元素组成的。
- ⑦物质都是由分子组成的。
- ⑧含氧元素的化合物一定是氧化物。

二、化学用语

(一) 元素符号

1. 元素 (element)

元素指的是具有相同核电荷数 (即质子数) 的同一类原子。

目前，人们发现并已经被公认的元素总数已经达到 112 种，人们从自然界里发现的元素有 89 种，另外 23 种是人工合成的放射性元素。元素一般有两种存在形态。以单质形态存在的形态叫做元素的游离态；以化合物形态存在的状态叫做元素的化合态。

2. 元素符号

元素符号指的是表示元素的化学符号。

国际上，通常采用元素的拉丁文名称的第一个大写字母来表示元素。例如：用“C”表示碳 (Carbonium) 元素、“O”表示氧 (Oxygenium) 元素等；如果几种元素名称的第一

个字母相同时，就在第一个字母后面加上元素名称中的另一个小写字母以示区别。例如：用“Ca”表示钙（Calcium）元素、“Cu”表示铜（Cuprum）元素等。

元素符号具有种类和数量两方面的含义，既表示一种元素，也表示一个（或一摩尔）原子。

(二) 化学式

1. 化学式 (formula)

化学式指的是用元素符号来表示物质组成的式子。化学式包括实验式、最简式、分子式、结构式、电子式等。

各种物质的化学式是通过实验测定得出的。一种物质只用一个化学式来表示。

2. 化学式的含义

化学式表示一种物质由哪些元素组成以及这些元素的质量比或原子个数比。例如，水的化学式是 H_2O ；在水分子中氢原子和氧原子的原子个数比为 2:1，氢元素和氧元素的质量比为 $2 \times 1:1 \times 16 = 1:8$ 。

3. 氧化数 (oxidation number)

元素的氧化数又叫氧化值，是指按照一定的规则给元素指定一个数值，以表征元素在各物质中的表观电荷数。氧化数不反映原子结构的本质。氧化数可以是分数。

在离子化合物中，元素的氧化数等于该元素离子的电荷数。

在共价化合物中，元素的氧化数等于这种元素的一个原子跟其他元素的原子形成的共用电子对的数目，其正负由共用电子对偏移的方向来确定。

在单质中，元素的氧化数为 0。

在中性化合物中，所有元素原子的氧化数的代数总和等于 0。

在化合物中，氢的氧化数规定为 +1；在活泼金属氢化物中，氢的氧化数为 -1。

在化合物中，氧的氧化数通常规定为 -2；在过氧化氢和过氧化物中，氧的氧化数为 -1；在超氧化物中，氧的氧化数为 -1/2。

氧化数与化学式有着密切的关系，由物质的化学式可以求得元素的氧化数；根据氧化数可以正确地写出物质的化学式。

表 1-1 常见元素的氧化数表

元素名称	元素符号	常见的氧化数	元素名称	元素符号	常见的氧化数
钾	K	+1	氢	H	+1
钠	Na	+1	氟	F	-1
银	Ag	+1	氯	Cl	-1, +1, +5, +7
钙	Ca	+2	溴	Br	-1
镁	Mg	+2	碘	I	-1
钡	Ba	+2	氧	O	-2
锌	Zn	+2	硫	S	-2, +4, +6
铜	Cu	+1, +2	碳	C	+2, +4
铁	Fe	+2, +3	硅	Si	+4
铝	Al	+3	氮	N	-3, +2, +4, +5
锰	Mn	+2, +4, +6, +7	磷	P	-3, +3, +5

4. 化合价

化合价指的是一种元素一定数目的原子跟其他元素一定数目的原子化合的性质。化合价有电价和共价。

电价：在离子型晶体或分子中，或在溶液或熔融盐中离子所带的电荷。实质上，电价就是元素的原子得失电子数，得电子的有正价，失电子的有负价。

共价：在共价化合物中，元素的一个原子跟其他原子形成的共用电子对数目。同种元素原子间共价不分正负。

(三) 化学方程式

1. 化学方程式 (chemical equation)

化学方程式指的是用化学式来表示化学反应的式子 (又叫做化学反应式)。

2. 书写化学方程式的原则

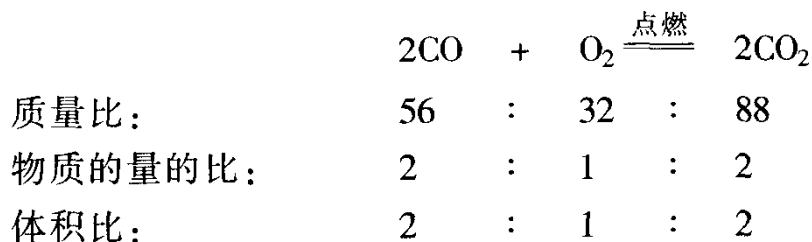
①必须以客观事实为基础，不能随意臆造事实上不存在的物质和化学反应；②必须遵循质量守恒定律。

质量守恒定律 (the law of conservation of mass) 指的是参加化学反应的各物质的质量总和等于反应后生成的各物质的质量总和。也就是说，在化学反应中，反应物的总质量等于生成物的总质量。质量守恒定律又叫做物质不灭定律 (the law of conservation of matter)。

3. 化学方程式的含义

化学方程式不仅可以表示反应物和生成物的种类，还可以表示反应物和生成物之间的质量比和物质的量之比。如果是气态物质，还可以表示各气体之间的体积比。

例如：



练习题二

1. 填空题

(1) 用化学用语表示：2个氮原子_____，2个氮分子_____，2个硫酸根离子_____。

(2) 从 H、O、C、Na 等 4 种元素中，按要求选择适当元素组成下列物质，写出相应的化学式。

①碱性氧化物_____，②碱_____，③酸性氧化物_____，④酸_____，⑤酸式盐_____，⑥正盐_____。

(3) 某金属 A 的氧化物的化学式为 A_mO_n ，则 A 的氧化数为_____；某元素 B 的氧化物的化学式为 BO_2 ，其中 B 的含量为 50%，则 B 的相对原子质量是_____。

2. 选择题

- (1) 5个水分子和2个硫酸分子，其中氧原子的个数比为()。
- A. 1:1 B. 1:4 C. 5:2 D. 5:8
- (2) 在 SO_2 、 CO_2 和 NO_2 各一个分子中()。
- A. 均含有一个氧分子 B. 含氧原子的个数相等
- C. 分子中各元素的质量比相同 D. 均含有两个氧元素
- (3) 在 $\text{A} + \text{B} = \text{C} + \text{D}$ 的反应中，7g 的 A 和 10g 的 B 恰好完全反应生成 8g 的 D。则生成 C 的质量是()。
- A. 7g B. 8g C. 9g D. 10g

3. 写出下列化合物的化学式

- ①溴化钠 ②四氯化碳 ③氧化铝
- ④硫化钾 ⑤四氧化三铁 ⑥五氧化二磷

三、物质的变化

我们知道，物质是在不断地运动着，同时物质也在不断地变化着。例如，水能变成水蒸气，水也可以变成冰；铁矿石能冶炼成钢铁，而钢铁又可能变成铁锈；酒精能挥发，牛奶会变酸等。

(一) 物质的变化

1. 物理变化 (physical change)

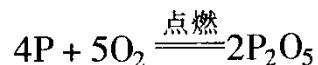
没有产生新物质的变化叫做物质的**物理变化**。如物质的三态变化、挥发和凝聚、热胀和冷缩等都属于物理变化。

物理变化的实质是使组成该物质的分子在分子间的距离、分子的运动速度、分子的排列形式等方面发生了改变。但是，分子本身没有发生改变，即没有产生新物质。例如，冰→水→水蒸气的变化，就表现了水分子间的距离和运动速度的变化，而水 (H_2O) 分子并没有改变。

2. 化学变化 (chemical change)

能够产生新物质的变化叫做物质的**化学变化**。化学变化也叫做化学反应 (chemical reaction)。如金属制品的锈蚀、可燃物质的燃烧等都属于物质的化学变化。

化学变化的实质是原物质的分子被破坏，构成原物质的原子重新组合构成新的物质的分子。化学变化宏观上表现为原物质消失，而产生了新物质。物质在发生化学变化时，伴随有状态、颜色的改变，发光、发热，产生气体或生成沉淀等现象。例如：



磷在氧气中燃烧生成五氧化二磷，同时伴有发光、发热、产生白烟等现象。

(二) 物质的性质

物质的性质是物质本身固有的属性。它是物质内部结构所决定的本性。人们是通过物质发生的变化来认识物质的性质的。

1. 物理性质 (physical property)

物质不发生化学变化时就能表现出来的性质叫做**物理性质**。如物质的颜色、状态、气味、熔点、沸点、溶解性、导电性、导热性、硬度、密度等都属于物理性质。

2. 化学性质 (chemical property)

物质在发生化学变化时所表现出来的性质叫做**化学性质**。如物质的酸性、碱性、氧化性、还原性、热稳定性等都属于物质的化学性质。

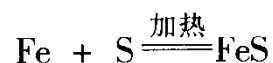
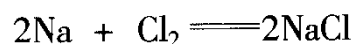
(三) 无机反应的基本类型

化学反应的类型，可以从不同的角度有多种分类方法，例如，无机反应和有机反应，氧化—还原反应和非氧化—还原反应等。无机反应的基本类型是根据反应前后反应物和生成物的物质分类及数量关系来进行的最基本分类，包括以下 4 种基本反应类型。

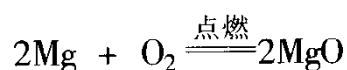
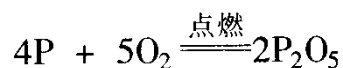
1. 化合反应 (combination reaction)

化合反应是两种或两种以上物质反应生成另一种物质的反应。化合反应一般可表示为： $A + B = AB$ 。

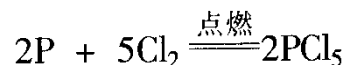
(1) 金属单质跟非金属单质的化合反应



(2) 单质跟氧气的化合反应



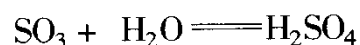
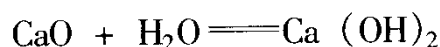
(3) 非金属之间的化合反应



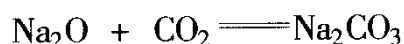
(4) 单质跟化合物的化合反应

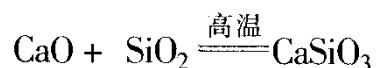


(5) 氧化物跟水的化合反应

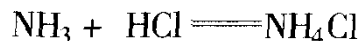


(6) 碱性氧化物跟酸性氧化物的化合反应





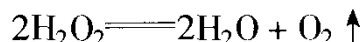
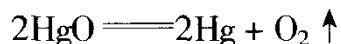
(7) 其他化合反应



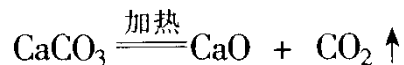
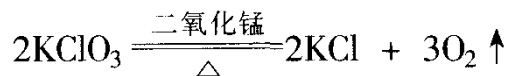
2. 分解反应 (decomposition reaction)

分解反应是由一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应。分解反应一般可表示为： $\text{AB} = \text{A} + \text{B}$ 。

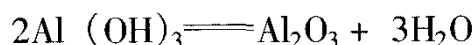
(1) 氧化物的分解反应



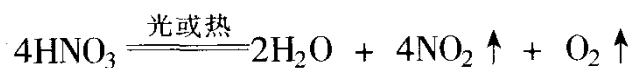
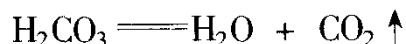
(2) 不稳定盐的分解反应



(3) 难溶性碱的分解反应



(4) 含氧酸的分解反应



3. 置换反应 (displacement reaction)

置换反应是一种单质跟一种化合物反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应。置换反应一般可表示为： $\text{A} + \text{BC} = \text{B} + \text{AC}$ 。

(1) 活动金属跟酸的置换反应

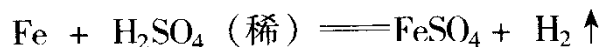
排在金属活动顺序中氢前的金属都能置换出（非氧化性）酸中的氢。

金属活动顺序：表明金属在水溶液中作为还原剂时，其活动性由强到弱的顺序，即金属单质在水溶液中失去电子成为阳离子能力强弱的顺序。其顺序如下：

K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Sn	Pb	(H)	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
钾	钙	钠	镁	铝	锌	铁	锡	铅	氢	铜	汞	银	铂	金

金属活动性由强到弱

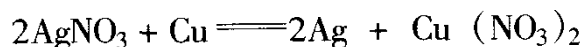
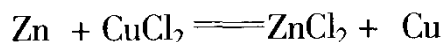
例如：



(2) 金属跟盐溶液的置换反应

排在金属活动顺序较前面的金属能将排在其后的金属从它的盐溶液中置换出来。

例如：



(3) 其他置换反应



4. 复分解反应 (double decomposition reaction)

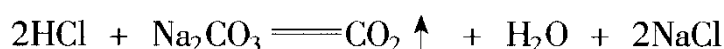
复分解反应是两种化合物互相交换成分，生成另外两种化合物的反应。复分解反应一般可表示为： $\text{AB} + \text{CD} = \text{AD} + \text{CB}$ 。

复分解反应大多数发生在酸、碱和盐等电解质之间，一般都是在溶液中进行的。

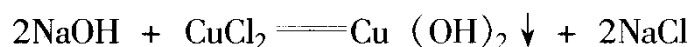
(1) 碱 + 酸 → 盐 + 水



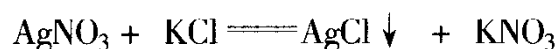
(2) 酸 + 盐 → 新酸 + 新盐



(3) 碱 + 盐 → 新碱 + 新盐



(4) 盐 + 盐 → 新盐 + 新盐



复分解反应发生的条件：在复分解反应中，只有生成物中有气体、沉淀（难溶于水的物质）或难电离的物质（如 H_2O ）三者之一的，该反应才能发生，否则反应物在溶液中共存，即不反应。

酸、碱、盐的溶解性表见附录 II。

练习题三

1. 填空题

(1) 在①钢铁生锈、②汽油挥发、③矿石粉碎、④酒精燃烧、⑤冰融化成水、⑥木材变成木炭等变化中，属于物理变化的是_____；属于化学变化的是_____。

(2) 写出下列反应的化学方程式，指出反应的基本类型。

①氢气还原氧化铜

②一氧化碳在氧气中燃烧

③煅烧石灰石

④氢氧化钠溶液和硫酸反应

2. 简答题

①怎样区别物理变化和化学变化?

②镁条在空气中燃烧后,生成物的质量增加了;而蜡烛在空气中燃烧后,质量减轻了。这两种现象是否符合质量守恒定律?为什么?

四、化学的量

(一) 相对原子质量

相对原子质量 (relative atomic mass): 一种元素的平均原子质量对 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 的比。一个 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ 等于 $1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。相对原子质量,旧称原子量 (atomic weight), 是比值, 没有单位。

平均原子质量: 某元素的各种同位素原子质量和丰度的乘积的和。例如:

	原子质量	丰度
$^{35}_{17}\text{Cl}$	$5.8066 \times 10^{-26} \text{ kg}$	75.77%
$^{37}_{17}\text{Cl}$	$6.1380 \times 10^{-26} \text{ kg}$	24.23%

Cl 元素的相对原子质量为:

$$\frac{5.8066 \times 10^{-26} \text{ kg} \times 75.77\% + 6.1380 \times 10^{-26} \text{ kg} \times 24.23\%}{1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}} \approx 35.45$$

(二) 式量

式量 (formula weight): 化学式中各原子的相对原子质量的总和。式量适用于以分子形式存在或不是以分子形式存在的所有物质。只要有确定的化学式, 就可以计算出该物质的式量。

例如:

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 的式量} = 1 \times 2 + 32 \times 1 + 16 \times 4 = 98$$

$$\text{NaCl 的式量} = 23 + 35.5 = 58.5$$

(三) 物质的量

物质的量 (amount of substance) 是国际单位制中 7 个基本量中的一个。物质的量的单位是摩尔, 简称摩, 符号是 mol。

每摩尔物质含有阿伏加德罗^① 常数 (Avogadro's constant) 个微粒。12g 的 ^{12}C (即 1mol 的碳) 含有的碳原子数就是阿伏加德罗常数, 经实验测得其数值约为 6.02×10^{23} 。

例如: 1mol 碳原子含 6.02×10^{23} 个碳原子; 1mol 氧原子含 6.02×10^{23} 个氧原子; 1mol 氢氧根离子含 6.02×10^{23} 个氢氧根离子。

也就是说, 含有 6.02×10^{23} 个微粒的物质的量是 1mol。那么, 物质的量、物质所含微粒数及阿伏加德罗常数之间的关系可以表示为:

^① 阿伏加德罗 (1776~1861): 意大利科学家, 他在 1811 年首次提出了阿伏加德罗假说 (Avogadro's hypothesis) 即阿伏加德罗定律。这一假说后来为许多实验所证实, 它在原子和分子学说的形成和测定等方面起过重要的作用。

$$\text{物质的量 (摩尔)} = \frac{\text{物质所含微粒数 (个)}}{\text{阿伏加德罗常数 (个/摩尔)}}$$

(四) 摩尔质量

摩尔质量：1 摩尔物质的质量。摩尔质量的单位是克/摩尔，符号为 g/mol。

1 mol 任何原子的质量就是以克为单位，在数值上等于该原子的相对原子质量。1 mol 有确定化学组成的物质，其摩尔质量等于以克表示的式量。

例如：1mol 碳原子的质量是 12g，碳的摩尔质量是 12g/mol；1mol 氧原子的质量是 16g，氧原子的摩尔质量是 16g/mol；1mol 二氧化碳的质量是 44g，二氧化碳的摩尔质量是 44g/mol。

物质的量、物质的质量及摩尔质量之间的关系可以表示为：

$$\text{物质的量 (mol)} = \frac{\text{物质的质量 (g)}}{\text{摩尔质量 (g/mol)}}$$

(五) 气体摩尔体积

气体摩尔体积 (molar volume of gas)：在标准状况下，1 摩尔任何气体所占的体积。气体摩尔体积都约为 22.4 升 (L)，其单位是升/摩尔，符号为 L/mol。标准状况是指 0℃ (273K) 和 1 个标准大气压 (1.01×10^5 Pa)。

气体分子的直径约是气体分子间平均距离的 1/10，所以，气体体积的大小主要决定于气体分子间的平均距离，气体分子的体积跟整个气体体积相比，可以忽略不计。在一定温度和压强下，各种气体分子间的平均距离几乎是相同的，所以，气体体积的大小随分子数的多少而变化，当分子数相同时，占体积也就相同。

气体分子间的距离跟温度、压强等外界条件有关，当温度越高时，分子间距离越大，气体体积越大；当压强越大时，分子间距离越小，气体体积也越小。因此，当外界条件不同时，相同量的气体的体积不同。

固体和液体的体积主要是由构成固体和液体的基本微粒的大小所决定的。不同的固体和液体的基本微粒不同，其大小也不同，所以，相同量的固体和液体的体积不一定相同。例如，1mol 水的体积是 18 毫升 (mL)，1mol 纯硫酸的体积是 54.1 毫升 (mL)，1mol 铝的体积是 10 厘米³ (cm³)。

1mol 任何气体的体积在标准状况下都约为 22.4L。

例如：1 mol 氧气在标准状况下的体积约为 22.4L；1mol 二氧化碳在标准状况下的体积约为 22.4L；1mol 氯化氢气体在标准状况下的体积约为 22.4L。

物质的量、标准状况下气体的体积和气体摩尔体积之间的关系可以表示为：

$$\text{物质的量 (mol)} = \frac{\text{标准状况下气体的体积 (L)}}{\text{气体摩尔体积 (L/mol)}}$$

阿伏加德罗定律 (Avogadro's law)：在相同的温度和相同的压强下，同体积的任何气体都含有相同数目的分子。

由阿伏加德罗定律可以得出，在同温、同压下，气体的量之比等于气体的体积比。