

通向大学之路丛书
(第二版)

高中化学解析

茹高霖 朱颐 编



上海交通大学出版社

高中化学解析

茹高霖 朱 颐 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是根据国家教委制订的化学教学大纲要求编写, 内容包括基本概念、基础理论、系统元素化学、基础有机化学、化学计算、化学实验等九章。每章都提出内容要点、难点及例题分析, 并选编了 A、B 两套练习题, 最后还选编了 A、B 两套综合测试题, A 套为侧重于会考要求的基础训练题, B 套则为注重灵活运用基础知识的能力训练题。

本书可供高中毕业生复习参考用, 也可供自学报考大学的青年复习参考。

(沪)新登字205号

通向大学之路(第二版)
高中化学解析

出版: 上海交通大学出版社

(上海市华山路 1954 号) • 200030)

字数: 324000

发行: 新华书店上海发行所

版次: 1993年9月 第2版

印刷: 常熟市文化印刷厂

印次: 1993年10月 第1次

开本: 850×1168(毫米)1/32

印数: 1—10000

印张: 12.5

科目: 306—257

ISBN 7-313-01243-8/G·633·8

定 价: 8.00 元

前 言

80年代末,我们编撰了《通向大学之路》丛书,深受读者欢迎,成为许多高中学生的主要辅助读物。

近年来,教学改革有很大进展,各地区普遍实行会考制度。考试纲要经几度修改已基本稳定。各种新版教材陆续开始使用。在此情况下,我们应该向高中学生提供一套能适用于会考复习和高考复习的参考资料。为此,我们编写了第二版《通向大学之路》丛书。

新编的《通向大学之路》仍由上海交通大学附属中学高年资有丰富教学经验的教师编写。丛书凝聚了三十多年来交大附中教学经验之精萃。它包括语文、数学、英语、物理、化学等五种。新编的丛书保留了第一版丛书的优点,看重论述基础知识,突出剖析重点和难点,力求提高学生分析问题和解决问题的能力,并紧扣考试要求,既重视基本概念的复习,帮助读者取得会考的好成绩,又针对高考特点选编大量有难度的例题和练习题。丛书由浅入深,难易适度,可以指导和帮助同学们更好地学习,达到事半功倍的目的。

我们热忱希望,《通向大学之路》(第二版)带领同学们顺利地在通向大学之路上迈进。

化学是自然科学的基础学科之一,在中学阶段应重视化学基础理论和基本技能的学习和训练,并对工农业生产、环境保护等方面所涉及的一般化学原理有所了解,为今后升入高校继续深造或参加生产建设打下良好的基础。

本书是根据国家教委制订的化学教学大纲要求编写,汇集了近年来编撰的新型试题,可供高中毕业生复习参考用,也可供自学

报考大学的青年复习参考。本书内容包括基本概念、基础理论、系统元素化学、基础有机化学、化学计算、化学实验等九章。每一章都提出内容要点、难点及例题分析,并选编了A、B两套练习题,最后还选编了A、B两套综合测试题,A套为侧重于会考要求的基础训练题,B套则为注重灵活运用基础知识的能力训练题。

本书是在上海交通大学出版社大力支持下,由交大附中化学教研组高级教师茹高霖、朱颐执笔,经上海交通大学张泉宝审阅,谨致谢意。限于编者的水平,有不妥或错误之处,诚恳希望批评指正。

编者 1993 年 2 月

目 录

第一章	化学基本概念	1
第二章	原子结构 元素周期律	33
第三章	氧化-还原反应	65
第四章	化学平衡	82
第五章	电解质溶液	108
第六章	元素化学	140
第七章	基础有机化学	215
第八章	化学计算	268
第九章	中学化学实验	307
附录	综合测试题一 A	350
	综合测试题二 B	357
	综合测试题三 B	368
	参考答案	380

第一章 化学基本概念

知 识 要 点

一、物质的组成

1. 物质由分子、原子或离子组成

(1) 由分子组成的物质，例如：水、碘、甲烷等。

(2) 由原子直接组成的物质，例如：金属、金刚石、二氧化硅、惰性气体等。

(3) 由离子组成的物质，例如：食盐、烧碱、硫酸钾、碱式碳酸铜等。

2. 分子是保持物质化学性质的一种微粒。

3. 原子是参加化学反应的最小微粒。

4. 元素是具有相同核电荷数(质子数)的一类原子总称，在构成单质时称为元素的游离态，构成化合物时称元素的化合态。

5. 离子与原子的比较。

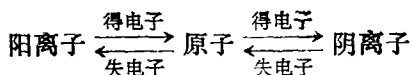
(1) 结构不同。

原 子	核外电子数=核内质子数	电中性
阳离子(简单离子)	核外电子数<核内质子数	带正电
阴离子(简单离子)	核外电子数>核内质子数	带负电

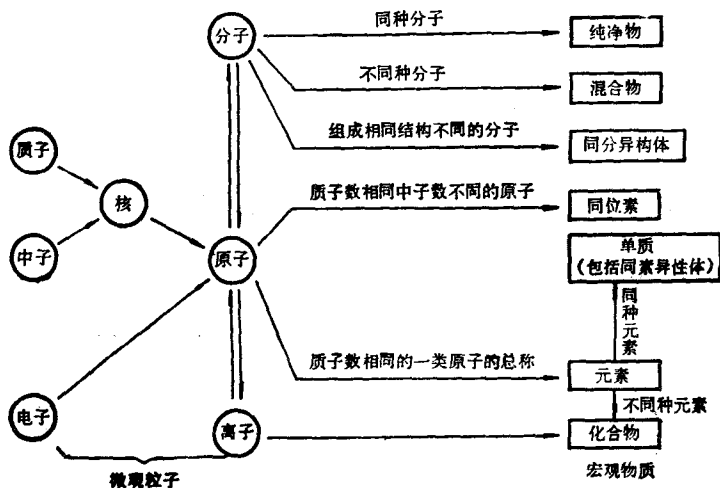
(2) 性质不同。(以钠为例)

	钠原子 Na	钠离子 Na ⁺
状 态	呈银白色	无 色
化学性质	非常活泼，能与很多物质反应，反应中极易失去电子	稳定，水溶液中可以长期存在而不变化

(3) 相互变换。



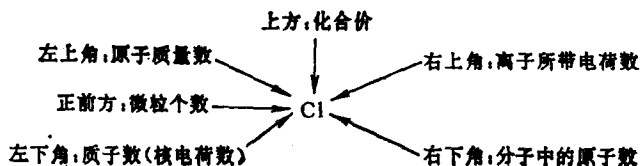
6. 宏观物质的存在与微观粒子之间的相互关系。



7 表示物质组成的化学用语。(化学符号)

(1) 在元素符号周围的数字分别代表不同的含义，表示了组成物质的不同微粒。(以氯为例)

- ① 2Cl 表示了两个氯原子。
- ② Cl_2 表示一个氯分子，它由两个氯原子组成。
- ③ ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 表示质量数为 35 的氯原子，它的核电荷数(质子数)为 17。



④ Cl^- 表示带一个负电荷的氯离子。

⑤ Cl^{+7} 表示呈化合态的氯元素,化合价为正七价。

(2) 表示物质组成和结构的式子。

	定 义	举 例
最简式	用元素符号表示物质中最简单的原子个数比的式子	氯化钠 NaCl 乙酸 CH_3O
分子式	用元素符号表示物质分子组成的式子	氧化钙 CaO 乙酸 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
电子式	在元素符号周围用小黑点或其他符号表示原子最外层电子数的式子	氮原子 $:\ddot{\text{N}}\cdot$ 氯化氢 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ 氟化钙 $[:\ddot{\text{F}}:]^{-}\text{Ca}^{2+}[:\ddot{\text{F}}:]^{-}$
结构式 (结构简式)	表示物质分子组成及分子中各原子的排列顺序的式子	氨 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ 乙酸 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}-\text{H} \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array}$ 简式 CH_3COOH

二、物质的变化

1. 物理变化

从宏观特征来看仅是物质状态的变化,没有新物质生成。若从微观剖析,则组成物质的分子(也可以是原子、离子)间距离发生了变化,而分子的组成并未发生变化。

2. 化学变化

从宏观反映物质状态变化的同时有新物质产生,从微观剖析

即化学键发生了变化,组成分子的原子发生了重新组合。

3. 表示物质化学变化的化学用语

(1) 化学反应方程式。

遵循质量守恒定律,即参加化学反应的各物质质量的总和等于反应后生成的各种物质质量之总和。由于化学反应中原子核不发生变化,只是核外电子发生转移,故仅使原子重新组合而形成新物质。

化学方程式所表示的含义:

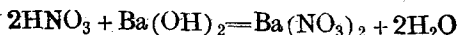
- ① 表示反应物和生成物各是什么。
- ② 表示反应物和生成物间的质量、物质的量、气体体积的比值。

书写化学方程式的注意点:

- ① 必须符合客观事实,不能臆造。
- ② 必须用最简整数配平。
- ③ 在等号上注明必要的反应条件,生成物中如果有沉淀物标上符号“↓”,如果有气体标上符号“↑”。
- ④ 化学方程式中各种物质都应是指纯净物。

(2) 离子反应与离子方程式。

离子间的反应,不因其他离子的存在而有所变更,因每种离子在溶液中都显示它自己的化学性质,而与它们以何种化合物形式进入溶液无关。例如强酸、强碱的中和反应,不因酸、碱种类不同而有所区别,其实质总是 H^+ 离子与 OH^- 离子之间的反应。例如下列酸碱中和反应:



它们反应的实质均为: $H^+ + OH^- = H_2O$

离子方程式是用实际参加反应的离子符号来表示化学反应的式子。在书写离子方程式时,应把反应体系中可溶性的强电解质写成离子形式,而其他物质均以分子式表示。熟练运用离子方程

式来表示物质间化学反应的实质是学好初等化学的重要环节。

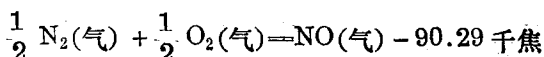
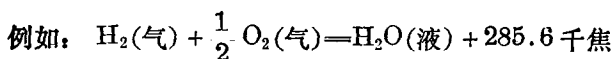
(3) 热化学方程式。

表示化学反应时热量变化关系(吸热、放热)的化学方程式。它与一般化学方程式的区别在于:

① 写出吸、放热量的数值。

② 热化学方程中分子式的系数为物质的量,因而可用分数表示。

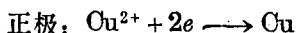
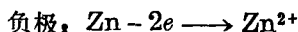
③ 要标明物质的状态,不标明状态的物质意味着它的状态是确定无疑的。



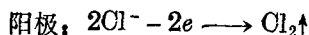
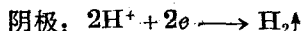
(4) 电极反应式。

用来表示原电池或电解池中电极上发生的氧化、还原反应的式子,由于氧化-还原反应总是同时进行,因此两极上进行的反应又称半反应。

例如:铜锌原电池中的电极反应式为:



电解氯化钠饱和溶液在电解池中两极反应为:



4. 各类无机物间的变化规律

按表格要求举例填写空格

在变化中应注意:

① 置换反应中的金属活动性顺序

② 酸性氧化物、碱性氧化物的水溶性决定了对应的酸和碱的制法。

生成物 反应物	非金属	酸性氧化物	酸	盐
金属	$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$			
碱性氧化物		$\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$		
碱			$\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	
盐				$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3\downarrow$

③ 酸、碱的热稳定性,例如可溶性的强碱 NaOH 、 KOH 等受热不分解出 Na_2O 、 K_2O 。

④ 酸还分氧化性酸(例如硝酸、浓硫酸等)、还原性酸(例如盐酸、氢硫酸等)、挥发性酸和不挥发性酸。

要按实际情况写出变化的反应式,不能臆造。

5. 复分解反应完成的条件。

根据实验和理论分析,复分解反应的完成条件有如下规定:①有沉淀物质生成。②有气体物质逸出。③有弱电解质(水等)生成。

因为复分解反应通常是酸、碱、盐之间的离子互换反应。而溶液中离子间反应的化学平衡总是向着减少离子浓度方向移动,可用化学平衡移动原理来解释。(参阅第三章)。

三、表示物质的化学基本量

1. 摩尔

根据 1971 年第十四届国际计量大会通过用摩尔 (mol) 作为计量物质结构粒子数量的单位,单位符号为摩尔 (mol),规定:一定量的任何物质所包含的结构粒子数与 12 克 ^{12}C 的原子数相等,这一定量的物质的量(符号为 n)为 1 摩尔(1 mol)。

根据实验推测 12 克 ^{12}O 所含有的原子数约为 6.022×10^{23} 个, 那么, 含有 6.022×10^{23} 个结构粒子(分子、原子、电子等)的任何物质都是 1 摩尔

6.022×10^{23} 这个数叫做阿佛加德罗常数(符号 N_A)

用摩尔为单位来表示物质的量, 就把微观世界中单个的肉眼看不见的微粒与很大数量的微粒集合体(可称量)的宏观物质相联系起来。

1 摩尔物质的质量(符号 m) 通常叫做该物质的摩尔质量 (符号 M) 单位为“克/摩尔”

关系式:
$$\frac{\text{物质的质量(克)}}{\text{物质的摩尔质量(克/摩尔)}} = \text{物质的量(摩尔)}$$

用符号表示:
$$\frac{m}{M} = n$$

物质的量(摩尔)相等, 则组成物质的分子微粒数必然相等, 但物质的质量不一定相等。

例如: 1 个水分子、1 克水、1 摩尔水三者的质量和分子的微粒数各是多少?

1 个水分子其质量 =
$$\frac{18 \text{ 克}}{6.022 \times 10^{23}} = 2.989 \times 10^{-23} \text{ 克}$$

1 克水其微粒数为
$$\frac{1 \text{ 克}}{18 \text{ 克/摩尔}} \times 6.022 \times 10^{23} = 3.34 \times 10^{22} \text{ 个}$$

1 摩尔水, 其质量为 18 克, 其微粒数为 6.022×10^{23} 个

2. 气体摩尔体积

在标准状况下, 1 摩尔的任何气体物质所占的体积都约为 22.4 升, 这个体积叫做气体摩尔体积。实验得出了这个结论, 这是由于气体分子间平均距离比分子本身大得多, 以至于可把分子本身大小忽略不计(而液态或固态则不能); 又因为在标准状态下, 气体物质分子间的平均距离相等; 而 1 摩尔物质所含的微粒数又相等, 因此所占的体积也基本相等。

同理可推出阿佛加德罗定律: 在同温、同压下, 相同体积的任

何气体都含有相同数目的分子。

例：标准状况下，有 22 克 CO_2 与下列化学量表示的各种物质相比较，体积相同的是哪些？所含分子微粒相同的是哪些？

- (1) 11.2 升 4°C 的 H_2O (2) 0.5 摩尔 100°C 的 H_2O
 (3) 23 克液态 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (4) 0°C ，2 大气压时 5.6 升 CO
 (5) 11.2 升 SO_2 (6) 标准状态下 16 克氧气。

根据物质的量相同则微粒数亦相间，但体积不一定相同。相同物质的量的气体只有在相同状况下体积才相等。

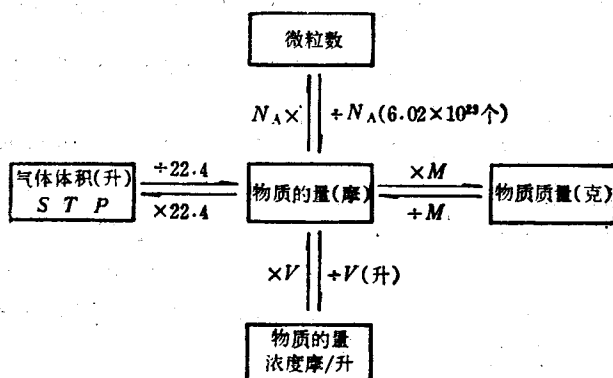
所以体积相同的是 (5) (6)，(1) 虽体积相同但不是气态。分子数相同的是 (2) (3) (4) (6)。

3. 物质的量浓度 (或称浓度)

物质 B 的浓度即物质 B 的物质的量浓度 (符号 C_B) 其单位为 摩尔/升 (符号 mol/l)。

$$\text{关系式: } C_B = \frac{n_B (\text{摩尔})}{V (\text{升})} = \frac{\frac{m_B (\text{千克})}{M_B (\text{千克/摩尔})}}{V (\text{升})}$$

下列图表表示了宏观物质的质量与微观粒子的物质的量的关系：

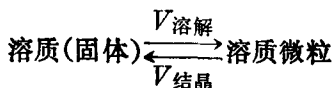


四、分散系

1. 几种不同分散系的比较

分散系	溶 液	悬浊液	乳浊液	胶 体
分散质点	分子或离子	固体微粒	液体小珠	带电微粒
	直径 $<10^{-9}$ 米	直径 $>10^{-7}$ 米	直径 $>10^{-7}$ 米	$10^{-9}\sim 10^{-7}$ 米
状态特征	澄清、透明、均一	浑 浊	浑 浊	澄清、均一
稳定性	长期静置不分层	静置后微粒要沉降	静置后分层	较稳定, 具有丁达尔现象

2. 饱和溶液和不饱和溶液



不饱和溶液 $V_{\text{溶解}} > V_{\text{结晶}}$

饱和溶液 $V_{\text{溶解}} = V_{\text{结晶}}$ 达到溶解平衡

难点及例题分析

一、元素与原子两概念的联系与区别

两者的符号表示是一致的, 但两概念在应用中不能混淆。元素是宏观的概念, 是具有相同核电荷数的该元素的原子的总称, 它只分种类没有数量的含义, 而原子是微观粒子, 除分种类外还论个数。

例如水是由氢元素和氧元素组成的, 水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成的。不能微观概念宏观概念不分, 不能说成水是由氢原子和氧原子组成, 也不能说成水分子是由氢元素和氧元素所组成。

还应明确, ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 是同种元素, 但不是同种原子, 它们

虽然核电荷数相等,但原子核中中子数不一样。

二、对基本概念的正确运用

例 1-1 下列叙述正确与否加以剖析。

(1) 纯盐酸是纯净物吗?

不是,纯盐酸属混合物,物质溶于水形成的水溶液都是混合物。若液态氯化氢则是纯净物。

(2) ^{12}O 和 ^{13}O 共同组成的石墨是混合物吗?

不是,应属纯净物,因为它是由同种元素形成的同一晶体单质。

(3) 白磷与红磷都是由磷元素组成的单质,若将它们相混也是属纯净物吗?

不是,应属混合物,因为白磷与红磷的分子组成不同。

(4) 石灰乳粉墙干燥变硬是物理变化还是化学变化?

是化学变化,因生成新物质 CaCO_3 , 不只是一般的水分蒸发。

(5) 饱和溶液一定是浓溶液?则稀溶液一定是不饱和溶液,饱和溶液不一定是浓溶液,则稀溶液可以是饱和溶液。

溶液的饱和与不饱和,溶液的浓稀是两组不相联系的不同概念,不能混淆。饱和溶液不一定是浓溶液,不饱和溶液也不一定是稀溶液。

饱和溶液不一定都是浓溶液,例如微溶物质 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶解度小于 1 克(0.171 克),难溶物质 AgCl 溶解度为 0.0002 克,它们都是很稀的溶液,但属饱和溶液。反之,有些易溶物质的溶液虽然浓度较大但不一定是饱和溶液。例如硝酸铵,室温时溶解度为 192 克。则如果 50% 的浓溶液也不属饱和溶液。

(6) 白色 CuSO_4 粉末吸水呈蓝色,固体发生潮解是物理变化?

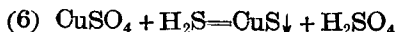
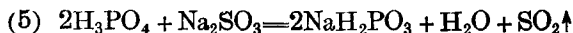
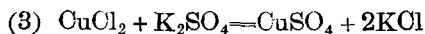
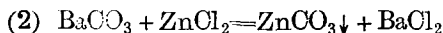
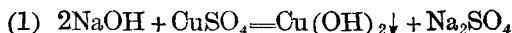
这个变化既不属潮解也不是物理变化,而是化学变化。

(7) 1 摩尔氢的质量等于 1.008 克。

上述提法不妥,应该是1摩尔氢原子的质量等于1.008克。

三、怎样判断复分解反应是否完成。

例1-2 下列反应正确吗?为什么?



判别复分解反应是否完成虽有三条规定,但运用时往往会知其然仍不知其所以然。若能按化学平衡(电离平衡)平衡移动的理论来认识这三条规定,就能提高分析问题的能力和提高正确性。上述六组反应除(2)、(3)不反应外,其余都能完成。复分解反应中碱、酸、盐间反应是离子反应,而离子反应的平衡总是向减少离子浓度方向移动。因此参加反应的物质在溶液中的离子浓度应该大于生成物中某物质的电离的离子浓度,复分解反应就能完成。这是对三条规定更基本的认识。

如果反应(2)逆过来写,即: $\text{BaCl}_2 + \text{ZnCO}_3 = \text{BaCO}_3 + \text{ZnCl}_2$ 是可以完成的,发生了沉淀的转换,因 ZnCO_3 溶解度为0.02克,而 BaCO_3 的溶解度为0.002克,离子互换反应的平衡总是向减少离子浓度的方向移动。

例如(6)题不能看成弱酸(H_2S)制取强酸(H_2SO_4),而是 $[\text{S}^{2-}]_{\text{CuS}} < [\text{S}^{2-}]_{\text{H}_2\text{S}}$,所以平衡向减少 $[\text{S}^{2-}]$ 的方向移动,使复分解反应趋于完成。而第(2)、(3)题反应不符要求,所以不能完成。

四、离子反应与离子方程式的书写。

这虽不属复杂难懂的内容,但要能达到书写正确无误却也不很容易。往往把该写分子形式的弱酸、弱碱和不溶性的盐写成离