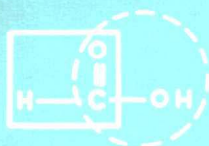


中学化学解题指导

龚美珠 周道礼 杨松 郑学仪



5

福建教育出版社

中学化学解题指导

龚美珠 周道礼 杨 松 郑学仪 编

福建教育出版社

中学化学解题指导

龚美珠 周道礼 杨松 郑学仪 编



出版：福建教育出版社

发行：福建省新华书店

印刷：福州第二印刷厂

787×1092毫米 32开本 6.75印张 150千字

1982年2月第一版 1982年2月第一次印刷

印数：1—52,500

书号：7159·697 定价：0.53元

前 言

化学是一门基础科学，研究物质的组成、结构、性质、变化以及合成等。为了帮助中学生学习和巩固中学化学的“双基”知识，提高分析问题和解决问题的能力，我们根据部颁《全日制十年制学校中学化学教学大纲（试行草案）》及全国统编中学化学教材的内容要求，编写了这本《中学化学解题指导》。全书分为物质的组成和结构、物质的性质和变化以及物质的制备、提纯和检验等三篇。每篇都包括若干章节，有机化学、化学实验及化学计算的内容融汇在上述有关的章节之中。

本书各章节之始，都编有“解题要点”，扼要地归纳出与本部分有关的重点内容，指出易混易错的知识或概念以及解题的思路等。然后编选了例题及解答，每题或数题之后，编写了“解题指导”，简要地提出该类型题目所必备的知识及思考问题的方法，说明应该注意的事项。每章之后，附有一套习题及其解题提示、简解或答案。编写中，既注意了“双基”的巩固，又着重于解答各种类型题目能力的培养。题目的编选上，力求重点突出、类型多样、小巧灵活、富有思考性。本书可供高中毕业生总复习及知识青年自学时使用，也可供中学化学教师指导学生解题时参考。

参加本书编写和审稿的还有陈明枝、张淑铭、黄穆鹏、蔡抗生等老师。

受时间及水平的限制，书中难免有缺点和错误，恳望读者批评指导。

编者 1981年10月

目 录

第一篇 物质的组成和结构

第一章 原子、离子、分子..... (1)

第一节 元素、单质和化合物..... (1)

第二节 化学量(原子量、分子量、摩尔、当量)..... (3)

第三节 原子核、同位素..... (7)

第四节 核外电子的排布..... (9)

第五节 离子的形成、原子和离子半径..... (11)

第六节 化学键..... (14)

第七节 键的极性和分子的极性..... (18)

第八节 分子间作用力 氢键..... (20)

习 题 (21)

第二章 气体——气态方程..... (25)

第一节 气态方程..... (25)

第二节 分子式的确定..... (29)

习 题 (33)

第三章 物质的分散系..... (35)

第一节 溶液、浊液和胶体的异同..... (35)

第二节 溶解度..... (38)

第三节 溶液的浓度..... (42)

习 题 (45)

第四章 无机物的分类..... (48)

第一节 氧化物和氢化物..... (48)

第二节 碱、酸、盐	(51)
习 题	(54)
第五章 有机物的分类、命名以及同分异构现象	(55)
第一节 有机物分类	(55)
第二节 链状有机物的命名	(57)
第三节 芳香烃及衍生物命名	(60)
第四节 其他有机物命名法	(62)
第五节 同分异构现象	(63)
习 题	(69)
第二篇 物质的性质和变化	
第一章 物质的性质与物质结构的关系 元素性质的周期性变化	(76)
第一节 物质的性质与物质结构的关系	(76)
第二节 元素性质的周期性变化	(78)
习 题	(81)
第二章 化学反应速度和化学平衡	(84)
第一节 化学反应速度	(84)
第二节 化学平衡的定性研究	(86)
第三节 化学平衡的定量研究	(88)
习 题	(90)
第三章 电解质溶液	(94)
第一节 强弱电解质	(94)
第二节 电离平衡及溶液的 pH 值	(96)
第三节 盐类水解及水解平衡	(100)
习 题	(103)
第四章 化学反应中的能量变化	(106)
第一节 反应热	(106)

第二节	化学能和电能的转化	(108)
习 题		(112)
第五章	无机反应的类型和规律	(115)
第一节	从形式上划分的反应类型	(115)
第二节	从本质上划分的反应类型	(116)
习 题		(120)
第六章	对化学反应的定量研究——根据化学方程式 的计算	(123)
第七章	无机物的性质	(131)
第一节	单质(金属和非金属)	(131)
第二节	氢化物	(133)
第三节	氧化物	(135)
第四节	酸和碱	(138)
第五节	两性物质	(140)
第六节	盐	(142)
习 题		(144)
第八章	有机物的性质	(149)
第一节	有机反应类型	(149)
第二节	有机物的结构与性质的关系	(151)
第三节	分子里原子或原子团之间的相互影响	(154)
第四节	反应条件对反应产物的影响	(157)
习 题		(158)
第三篇	物质的制备、提纯和检验	
第一章	常见气体的实验室制取及检验	(164)
第一节	药品的选择	(164)
第二节	仪器装置	(167)
第三节	气体的干燥	(171)

第四节	操 作	(172)
第五节	气体的检验	(174)
	习 题	(175)
第二章	无机工业和有机制备	(179)
第一节	无机工业	(179)
第二节	有机制备	(183)
	习 题	(187)
第三章	物质的分离、提纯和检验	(190)
第一节	混和物的分离	(190)
第二节	物质的提纯	(193)
第三节	物质的检验	(194)
	习 题	(200)
附 录	九个定量实验	(204)

第一篇 物质的组成和结构

第一章 原子、离子、分子

第一节 元素、单质和化合物

【解题要点】

这一章都是最基本的概念，学习化学离不开这些概念。必须做到概念清，尤其注意区别类似的概念，才能在使用时准确无误。

1. 元素是具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子或离子的总称。有双重涵义：（1）只要核电荷数相同，不管它们存在于单质或化合物中，也不论它们是原子还是离子，都是同一元素。（2）“总称”的意义就是说元素只是一种称呼，而不是实体，而原子则是一种实体。例如 ^1_1H 和 ^2_1H ，是在自然界里能找到的微粒（原子），我们把 ^1_1H 、 ^2_1H 统称为氢元素。因此，对原子可讲个数，而元素就只能讲种类了。例如，水分子（ H_2O ）中有二个氢原子，而不可说二个氢元素。

2. 有人说：“物质都是分子构成的，分子又是由原子构成的”。这句话只能在某些场合下成立，而在另一些场合下是不能成立的。例如，离子化合物中只存在离子，而不存在分子和

原子。又如金属晶体里只含金属阳离子和自由电子，也不存在分子和原子。但如果说“物质由元素构成”，这句话是对的。

3. 在自然界里，元素可存在于单质中，叫做元素的游离态；也可存在于化合物中，叫做元素的化合态。

4. 同一元素可组成性质不同的单质，互称为同素异形体。例如 O_2 和 O_3 ；红磷和白磷；金刚石和石墨等。

5. 注意下列几种符号的区别：

(1) $2H$ 表示2个未结合的氢原子。 H_2 表示2个氢原子已通过共用电子对而形成1个氢气分子。

(2) $nCH_2 = CH_2$ 表示 n 个独立的乙烯分子；而 $(-CH_2 - CH_2 -)_n$ 表示由 n 个 $CH_2 = CH_2$ 单体加聚而成的高分子。

〔例一〕 下列哪一种说法是正确的？

(1) 水分子是由2个氢元素和1个氧元素组成的。

(2) 水分子是由1个氢分子和1个氧原子组成的。

(3) 水是由氢元素和氧元素组成的。

(4) 水是由2个氢原子和1个氧原子组成的。

〔解答〕 (3)。

〔解题指导〕 (1) 元素只分种类，不能讲个数。(2) 水中不存在氢分子。(4) 没有指出水分子。

〔例二〕 在下列物质中，那些氧是以游离状态存在的？

(1) 空气中 (2) 过氧化氢(H_2O_2)中 (3) 雨水中

〔解答〕 (1)。

〔解题指导〕 氧元素以游离态存在说明有 O_2 存在。空气里约有 $1/5$ 氧气。雨水里虽然溶有少量 O_2 ，但水分子中的氧却是以化合态存在的。至于过氧化氢分子($H-O-O-H$)中也只含2个氧原子而没有 O_2 。

〔例三〕 人们已发现107种元素，能否说已发现107种原子？为什么？

〔解答〕 不能。因为同位素的原子，虽然核电荷数相同，但中子数却不同，因而不能说是一种原子。例如氢元素就有氕（H）、氘（D）、氚（T）等三种不同原子。

〔例四〕 符号 $4\text{P}_2\text{O}_5$ 表示什么意思？其中有几个氧原子？

〔解答〕 表示4个五氧化二磷分子，其中有20个氧原子。

第二节 化学量（原子量、分子量、摩尔、当量）

【解题要点】

1. 对于原子量要注意下列几点。

（1）原子量是无单位的。因原子量是原子的质量跟 $^{12}_6\text{C}$ 的质量的1/12的比值，比值是没有单位的。

（2）原子量与原子质量不同。例如，氧的原子质量是 2.657×10^{-23} 克，而原子量是16（无单位）。

（3）元素的原子量与原子的质量数不同。质量数等于质子数与中子数之和，因而是整数；而元素的原子量是各同位素原子量的平均数，往往带有小数。

（4）求元素原子量的方法：例如，元素A由同位素 ^aA 和 ^bA 组成，其摩尔数各占m%和n%，则该元素的平均原子量为 $a \cdot m\% + b \cdot n\%$ （注意：不是 $\frac{a \cdot m\% + b \cdot n\%}{2}$ ）。

对于分子量，同样应注意以上各点。

2. 关于摩尔概念, 应注意以下几点:

(1) 6.02×10^{23} 个微粒称为 1 摩尔物质。因此 1 摩尔物质是表示物质的一个集体。 6.02×10^{23} 就叫做阿佛加德罗常数。

(2) 只有对微观粒子(分子、原子、离子、电子……)才使用摩尔单位, 对宏观物体(如人的个数)不能用。

(3) 1 摩尔元素(或物质)的质量称为摩尔质量。如以克做单位, 其数值等于其原子量(或分子量)。从概念上讲, 不能认为摩尔质量就是原子量。

(4) 注意摩尔与摩尔数不同:

(a) 摩尔是一种单位, 而摩尔数则表示一定数目。这好比是“人”和“人数”一样。例如, 5 摩尔氧气, “5”表示摩尔数是 5。

$$(b) \text{ 摩尔数} = \frac{\text{物质的质量}}{\text{物质的摩尔质量}}$$

(5) 标态下 1 摩尔任何气体所占体积都是 22.4 升。22.4 升/摩尔称为气体的摩尔体积。

3. 对于“克当量”要掌握以下几点:

(1) 克当量的求法:

$$(a) \text{ 元素克当量} = \frac{\text{元素的摩尔质量}}{\text{元素化合价}} (\text{克})$$

$$(b) \text{ 酸克当量} = \frac{\text{酸摩尔质量}}{\text{酸分子提供 } H^+ \text{ 数}} (\text{克})$$

$$(c) \text{ 碱克当量} = \frac{\text{碱摩尔质量}}{\text{碱分子提供 } OH^- \text{ 数}} (\text{克})$$

$$(d) \text{ 盐克当量} = \frac{\text{盐摩尔质量}}{\text{正价总数}} (\text{克})$$

(2) 克当量与克当量数不同, 正如摩尔与摩尔数不同一样。克当量数 = 质量(克)/克当量

(3) 无论是元素间的化合或化合物间的反应均遵循“当量定律”：化学反应中，参加反应的各物质的质量比等于其克当量之比。由此引伸得到：参加反应的各物质的克当量数一定相等。即： $\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$ 。在当量浓度溶液间的反应中当量定律表现为以下形式：

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

(4) 应用当量定律进行反应中的计算虽很简捷方便，但应注意：

(a) 同一元素在不同反应中表现的化合价不同，其克当量就不相同。例如，在 $Al(OH)_3 + 3HCl = AlCl_3 + 3H_2O$ 中，1 摩尔的 $Al(OH)_3$ 提供 3 摩尔 OH^- ，其克当量为 $\frac{78}{3} = 26$ (克)。而在反应 $Al(OH)_3 + NaOH = NaAlO_2 + 2H_2O$ 中，1 摩尔 $Al(OH)_3$ ($HAIO_2 \cdot H_2O$) 仅提供 1 摩尔 H^+ ，其克当量为 $\frac{78}{1} = 78$ (克)。因此应用当量定律进行计算时，应根据具体情况作出相应的处理。

(b) 现行中学化学教材里没有提到怎样计算物质在氧化还原反应中的克当量，因此在处理有关氧化还原反应中的计算问题时，不要轻易引用当量定律。

(例一) 天然氯由 $^{35}_{17}Cl$ 和 $^{37}_{17}Cl$ 所组成，它们的相对含量是 ^{35}Cl 75.4%、 ^{37}Cl 24.6% (摩尔百分数)，求氯元素的平均原子量。

(解答) $35 \times 75.4\% + 37 \times 24.6\% = 35.5$

(例二) 电解硝酸银溶液，当通过 200 库仑电量时，电极上可析出 0.2224 克银。试据此求阿佛加德罗常数。(已知电子带电量为 1.6×10^{-19} 库仑)

〔解答〕 银原子量为107.9

$$\text{银摩尔数为} \frac{0.2224}{107.9} = 2.0611 \times 10^{-3}$$

$$\text{电子个数为} \frac{200}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25 \times 10^{21}$$

据 $\text{Ag}^+ + \text{e} \longrightarrow \text{Ag}$ 知电路上通过电子的摩尔数与银摩尔数相等, 即 2.0611×10^{-3} 摩尔。

设阿佛加德罗常数为N, 则:

$$\frac{1.25 \times 10^{21}}{N} = 2.0611 \times 10^{-3}$$

$$\therefore N = 6.07 \times 10^{23}$$

〔解题指导〕 本题通过电子摩尔数与银摩尔数相等的关系立式计算, 因此先求出银摩尔数, 电子摩尔数; 同时, 根据电路上的电量和每个电子所带电量算出电路上通过的电子个数。然后通过电子摩尔数和电子个数即可算出每摩尔电子的个数, 即阿佛加德罗常数。(注意: 这是实验值, 与 6.02×10^{23} 有一定的偏差。)

〔例三〕 已知标态下空气里各成分的体积百分组成为: N_2 79%、 O_2 21% (其它少量气体不计), 空气的平均分子量为29。求空气里 N_2 和 O_2 的质量百分组成。

〔解答〕 为方便计, 取22.4升空气考虑, 此时22.4升空气的质量应为29克。

其中 N_2 所占体积为 $22.4 \times 79\%$ 升, 其摩尔数为 $\frac{22.4 \times 79\%}{22.4} = 0.79$, 其质量为 $0.79 \times 28 = 22.12$ (克)。由此可知, 空气里 N_2 的质量百分率为:

$$\frac{22.12}{29} \times 100\% = 76.3\%$$

O_2 的质量百分率为 $1 - 76.3\% = 23.7\%$

〔例四〕 从5.4克铁的氧化物里可还原出4.2克纯铁，求该铁氧化物的分子式。

〔解答〕 铁氧化物中含铁4.2克，则含氧：

$$5.4\text{克} - 4.2\text{克} = 1.2\text{克}$$

据当量定律： $\frac{4.2}{E} = \frac{1.2}{8}$ ， $E = 28$ （克）

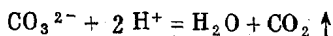
铁在该氧化物中的化合价为： $\frac{56}{28} = 2$ ， 故
该铁氧化物的分子式为 FeO 。

〔解题指导〕 氧的克当量为 $\frac{16}{2} = 8$ （克）

根据当量定律，由此氧化物中铁和氧的质量比可算出铁的克当量，再根据铁的摩尔质量，即可算出铁在此氧化物中的化合价，从而定出分子式。

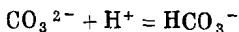
〔例五〕 碳酸钠与酸发生完全或不完全反应时，其克当量各为多少？

〔解答〕 完全反应时：



CO_3^{2-} 结合2个 H^+ ，克当量 $E = \frac{106}{2} = 53$ （克）

不完全反应时：



CO_3^{2-} 结合1个 H^+ ，克当量 $E = \frac{106}{1} = 106$ （克）

第三节 原子核、同位素

〔解题要点〕

1. 要注意下列关系：

(1) 原子序数 = 核电荷数 = 质子数 = 核外电子数

(2) 质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)

(3) 原子(${}^A_Z\text{R}$) $\left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{质子Z个} \\ \text{中子(A-Z)个} \end{array} \right. \\ \text{电子层} \text{——电子Z个} \end{array} \right.$

2. 对于同位素应明确下列各点:

(1) 同位素指具有相同核电荷数(即质子数)而中子数不同的原子。由于质子数相同, 其化学性质基本上是相同的。

(2) 有的同学把同位素误写为“同位数”, 要引以为注意。

〔例一〕 填写下表:

	质子数	中子数	质量数	电子数	核电荷数
Ar	18	22	①	②	③
${}^{18}_8\text{O}^{2-}$	④	⑤	⑥	⑦	⑧
K^+	⑨	21	⑩	⑪	⑫

〔解答〕 ①40 ②18 ③18 ④8 ⑤10

⑥18 ⑦10 ⑧8 ⑨19 ⑩40 ⑪18

〔解题指导〕 只有中性原子的核外电子数等于核电荷数。

对于离子(如 K^+ 、 O^{2-} 等)则无此关系。例如 O^{2-} 的核外电子数是10而不是8。

〔例二〕 4摩尔 H_2 需与多少摩尔HD混和才能使混和气体的平均分子量为2.6?

〔解答〕 D指重氢或氘(${}^2_1\text{H}$)。 H_2 的分子量为2, HD的分子量为3。设需HD为x摩尔, 则:

$$\frac{4 \times 2 + 3x}{4 + x} = 2.6$$