

中学基础知识概要

化 学

四川人民出版社

中学基础知识概要 化 学

四川人民出版社出版 重庆印制一厂印刷
四川省新华书店重庆发行所发行

开本 787×1092 毫米 1/32 印张10.875 字数 232 千
1981 年 1 月第 1 版 1981 年 1 月第 1 次印刷
印数：1—161,962册

书号：7118·508 定价：0.69元

出版者的话

为了帮助广大青年系统地复习和掌握中学各科基础知识，为升入高等学校或就业作好准备，我们出版了这套中学各科基础知识概要，供大家使用。它不但对缺乏教师指导的往届高中毕业生是适用的，对于应届高中毕业生复习也有一定的参考价值。

这套概要是根据全日制十年制学校中学各科教学大纲（试行草案）和现行教材编写的，包括政治、语文、历史、地理、英语、数学、物理、化学、生物等。内容系统、重点突出、简明扼要、文字通俗，对帮助青年学生系统复习和掌握中学各科基础知识，提高分析问题和解决问题的能力是有益处的。

本书由严成志、李远良编写。由于时间仓促，书中缺点错误在所难免，我们热忱欢迎读者批评指正。

一九八〇年十月

目 录

第一章 化学量和有关的计算	(1)
第一节 原子量	(1)
第二节 摩 尔	(3)
第三节 气体摩尔 体积	(8)
第四节 当 量	(15)
习 题	(20)
第二章 化学式和有关的计算	(23)
第一节 最简式的推导和计算	(23)
第二节 分子式的推导和计算	(26)
第三节 应用化学方程式的计算	(30)
第四节 热化学方程式	(36)
习 题	(38)
第三章 溶液和溶液的浓度	(42)
第一节 溶液和溶解度	(42)
第二节 胶体溶液	(45)
第三节 摩尔浓度	(47)
第四节 克当量浓度	(53)
第五节 浓度 计算关系式的推导	(56)
习 题	(61)
第四章 原子结构和元素周期律	(65)

第一节	原子的组成	(85)
第二节	核外电子的运动状态	(87)
第三节	核外电子的排布	(71)
第四节	元素周期律和周期表	(75)
习 题		(31)
第五章	分子结构	(83)
第一节	离子键	(83)
第二节	共价键	(85)
第三节	杂化轨道	(89)
第四节	σ 键和 π 键	(94)
第五节	配位键和络合物	(98)
第六节	非极性键和极性键	(101)
第七节	化合价和化学键	(101)
第八节	分子间力	(105)
第九节	氢键	(107)
第十节	金属键	(109)
习 题		(110)
第六章	化学反应速度和化学平衡	(113)
第一节	化学反应速度	(113)
第二节	影响反应速度的因素	(115)
第三节	催化作用	(120)
第四节	化学平衡	(122)
第五节	化学平衡的移动	(124)
第六节	关于化学平衡的计算	(128)
习 题		(136)
第七章	电离理论	(139)
第一节	电解质的电离	(139)
第二节	离子反应	(142)

第三节	电离平衡	(147)
第四节	电离度	(151)
第五节	pH 值	(151)
第六节	盐类的水解	(158)
习 题		(161)
第八章	电化学	(164)
第一节	氧化还原反应	(164)
第二节	电池	(169)
第三节	金属的腐蚀和防护	(172)
第四节	电解和电镀	(175)
习 题		(179)
第九章	非金属元素及其化合物	(181)
第一节	氢气	(181)
第二节	卤族元素	(183)
第三节	氧族元素	(187)
第四节	氮族元素	(194)
第五节	碳族元素	(201)
第六节	例 题	(206)
习 题		(214)
第十章	金属元素及其化合物	(226)
第一节	概 述	(226)
第二节	碱金属	(227)
第三节	碱土金属	(230)
第四节	铝	(233)
第五节	过渡元素介绍	(235)
第六节	铁	(236)
第七节	铜	(233)
第八节	例 题	(241)

习 题	(246)
第十一章 有机化合物	(255)
第一节 有机化学概述	(255)
第二节 烃	(262)
第三节 烃的衍生物	(271)
第四节 糖类和蛋白质	(282)
第五节 合成有机高分子化合物	(287)
第六节 例 题	(292)
习 题	(304)
第十二章 化学实验	(317)
实验一 粗盐的提纯	(317)
实验二 氧气的制取和性质	(320)
实验三 氯化氢的制取和溶解性	(323)
实验四 配制摩尔浓度的溶液	(325)
实验五 中和 滴定	(328)
实验六 石油的分馏	(331)
实验七 确定乙醇的结构	(333)
实验八 离子反应	(336)
实验九 盐类的水解	(339)

第一章 化学量和有关的计算

第一节 原子量

1. 原子量

原子是非常小的粒子,最轻的氢原子约重 1.6×10^{-24} 克,而最重的原子也没有超过这个重量的 250 倍。因为直接测量这么小的重量是不可能的,于是科学研究采用了相对原子量标度来描述个别的原子或原子团的重量(质量)。所谓相对原子量标度,就是选择一个原子作标准跟各种原子相比较以确定各种原子量。

自1961年起,经国际科学联合会决定,原子量标准定为碳的同位素 $^{12}_6\text{C}$ 质量的 $1/12$ 。以这个标准来量度各种元素的原子量,这样一来,最轻的氢元素的原子量约等于1,其它各种元素的原子量都可以确定出来。

由于自然界的元素大部分是各种同位素的混合物,因此,用化学实验测定的原子量,都是各种元素的同位素的原子量的平均值。如果知道一种元素中的同位素的百分含量和它们的原子量,就可以求得这种元素的原子量。

例1. 自然界的氧为氧的同位素的混合物,其中原子重量为15.9949的占99.759%, 16.9991的占0.037%, 17.9992的占0.204%, 求氧元素的原子量。

解: 假定这里有100000个氧原子。

重15.9949的有99759个，共重=1595635

重16.9991的有37个，共重=630

重17.9992的有204个，共重=3670

100000个氧原子共重=1595635+630+3670=1599935

故氧原子的平均原子量=1599935÷100000

$$=15.99935$$

$$\approx 16$$

答：氧的原子量为16。

例2. 1914年化学家瑞查德从铀矿制得的硫化铅(PbS)样品1.0000克，经还原后得0.8654克的金属铅。另一种从钍矿制得的硫化铅(PbS)样品1.0000克，经还原后得0.8664克的金属铅。已知硫的原子量为32.064，试计算两种铅的原子量。

解：铀矿的硫化铅中Pb/S为0.8654/(1-0.8654)，这也就是它们原子量的比。

故铅的原子量为

$$\frac{0.8654}{0.1346} \times 32.064 = 206.15$$

钍矿的硫化铅中Pb/S为0.8664/(1-0.8664)。

故铅的原子量为

$$\frac{0.8664}{0.1336} \times 32.064 = 207.94$$

答：铀矿中铅的原子量为206.15，钍矿中铅的原子量为207.94。

这个例子是当时用化学方法测定自然界中同位素存在的实例。

2. 分子量和式量

用 $^{12}_6\text{C}$ 质量的 $1/12$ 来量度分子或化学式作单位所相当的量，分别以分子量或式量来表示。分子量或式量的求法很简单，只需要把分子式或化学式单位中各原子量加起来即可。

任何物质的分子式或化学式若为已知，就可以用其组成的各原子量，来计算化合物中各元素的百分组成。

分子式或化学式中每一种原子的总质量，除以分子量或式量，再乘以100%，即为该成分的百分含量。

例 计算 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 中各成分的百分率。

解： $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 的式量为

$$24.31 + 2 \times 14.01 + 6 \times 16.00 = 148.33$$

$$\text{Mg的}\% = \frac{24.31}{148.33} \times 100\% = 16.39\%$$

$$\text{N的}\% = \frac{2 \times 14.01}{148.33} \times 100\% = 18.89\%$$

$$\text{O的}\% = \frac{6 \times 16.00}{148.33} \times 100\% = 64.72\%$$

答：镁、氮、氧分别为16.39%、18.89%、64.72%。

第二节 摩 尔

1. 摩尔的含义

摩尔是化学上常用的重要基本单位，它以微粒数量来表示物质的量。其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。

分析摩尔的定义可以看出它包含三项内容：第一，从数量上看，以摩尔计量任何物质都是以阿佛加德罗常数作为单位。任何物质 1 摩尔都含有 6.02×10^{23} 个微粒，2 摩尔都含有 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个微粒。第二，从质量上看，任何物质都是以 6.02×10^{23} 个微粒的质量作为单位来计量。1 摩尔碳原子含有 6.02×10^{23} 个碳原子的质量， 6.02×10^{23} 个碳原子的质量为 12 克，即 1 摩尔碳原子的质量为 12 克。第三，从物质的种类来看，各种物质的摩尔有各自的质量。1 摩尔氢原子的质量为 1 克，1 摩尔氧气的质量为 32 克，1 摩尔水的质量为 18 克。

2. 摩尔质量

所谓摩尔质量就是 1 摩尔某种物质的质量，单位为克/摩尔。物质为原子，则摩尔质量等于以克为单位的该原子的原子量。物质为分子，则摩尔质量等于以克为单位的该分子的分子量。

例如：

氧的原子量为 16，氧原子的摩尔质量为 16 克/摩尔。

氧的分子量为 32，氧气的摩尔质量为 32 克/摩尔。

硫酸的分子量为 98，硫酸的摩尔质量为 98 克/摩尔。

硫酸根离子的量为 96，硫酸根离子的摩尔质量为 96 克/摩尔。

3. 摩尔数

所谓摩尔数就是指一定量的某种物质具有多少个摩尔的意思。例如，水的摩尔质量为 18 克/摩尔，则 54 克的水为 3 个摩尔的水，所以 54 克水的摩尔数为 3。根据摩尔数的含义，则物质的质量、摩尔质量和摩尔数之间的关系为

$$\text{摩尔数} = \frac{\text{物质的质量}}{\text{摩尔质量}}$$

4. 有关摩尔的计算

摩尔是化学的重要计量单位，有关化学的数量问题，不少地方都要用到它或跟它有关系的其它单位。我们在应用摩尔这个单位时，处处都要从摩尔的含义来考虑。无论数量、质量和种类都必须符合摩尔的定义，有不符合的单位和数量都必须加以换算使其符合，那么计算的结果就不会发生这方面的错误。

例1. 已知铜的原子量为63.546，平均1个铜原子重多少克？

解：铜的原子量为63.546，则它的摩尔质量为63.546克/摩尔。

1摩尔原子的铜有 6.02×10^{23} 个原子，则1个铜原子重为

$$\frac{63.546 \text{ 克}}{6.02 \times 10^{23} \text{ 个原子}} = 1.06 \times 10^{-22} \text{ 克/原子}$$

答：1个铜原子重 1.06×10^{-22} 克。

例2. 铜的同位素分布为 $^{63}_{29}\text{Cu}$ 占69.4%、 $^{65}_{29}\text{Cu}$ 占30.6%。
在1摩尔铜原子中有多少个 $^{63}_{29}\text{Cu}$ ？

解：1摩尔铜原子有 6.02×10^{23} 个原子，其中 $^{63}_{29}\text{Cu}$ 占69.4%。

故 $^{63}_{29}\text{Cu}$ 的原子个数为

$$6.02 \times 10^{23} \times 69.4\% = 4.18 \times 10^{23}$$

答: ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ 有 4.18×10^{23} 个原子。

例3. 1克铜有多少个铜原子?

解: 1摩尔铜有 6.02×10^{23} 个原子, 铜的摩尔质量为 63.546克/摩尔。

1克铜的摩尔数为

$$\frac{1 \text{ 克}}{63.546 \text{ 克/摩尔}} = 0.0157 \text{ 摩尔}$$

故 1 克铜的原子数为

$$0.0157 \text{ 摩尔} \times 6.02 \times 10^{23} \frac{\text{原子}}{\text{摩尔}} = 9.45 \times 10^{21} \text{ 个原子}$$

答: 1克铜有 9.45×10^{21} 个原子。

例4. 5.22克的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 含有多少个氧原子?

解: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 的式量为

$$137.34 + 2 \times 14 + 6 \times 16 = 261.35$$

$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 的摩尔质量为 261.35克/摩尔

5.22克 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 的摩尔数为

$$\frac{5.22 \text{ 克}}{261.35 \text{ 克/摩尔}} = 0.02 \text{ 摩尔}$$

1摩尔的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 有 6摩尔氧原子, 则 0.02摩尔的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 有 0.12摩尔氧原子

$$6 \text{ 摩尔} \times 0.02 = 0.12 \text{ 摩尔}$$

1摩尔氧原子有 6.02×10^{23} 个氧原子, 0.12摩尔氧原子含有的氧原子数为

$$0.12 \text{ 摩尔} \times 6.02 \times 10^{23} \frac{\text{原子}}{\text{摩尔}} = 7.22 \times 10^{22} \text{ 个原子}$$

答：5.22克的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 有 7.22×10^{22} 个氧原子。

例5. 在反应中已知需要 3.0×10^{21} 个 NO_3^- ，如用 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ，应该多少克？

解：1分子 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 能提供2个 NO_3^- ， 3.0×10^{21} 个 NO_3^- 需要 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 为 1.5×10^{21} 个分子。

1摩尔 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 中有 6.02×10^{23} 个分子， 1.5×10^{21} 个分子所相当的摩尔数为

$$\frac{1.5 \times 10^{21} \text{分子}}{6.02 \times 10^{23} \text{分子/摩尔}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{摩尔}$$

1摩尔 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 为261.35克， 2.5×10^{-3} 摩尔的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 为

$$261.35 \frac{\text{克}}{\text{摩尔}} \times 2.5 \times 10^{-3} \text{摩尔} = 0.65 \text{克}$$

答：需要硝酸钡0.65克。

例6. 用2.00克的磷和5.00克的氧能制得多少摩尔的 P_2O_5 ？

解：已知磷和氧的用量，但不知谁是过量或恰好反应完全，因此有必要先确定哪种物质是过量，才能正确计算生成物的摩尔数。

P的摩尔质量为30.974克/摩尔，2.00克P的摩尔数为

$$\frac{2.00 \text{克}}{30.974 \text{克/摩尔}} = 0.0646 \text{摩尔}$$

O的摩尔质量为16克/摩尔，5.00克氧原子的摩尔数为

$$\frac{5.00 \text{克}}{16 \text{克/摩尔}} = 0.313 \text{摩尔}$$

在 P_2O_5 分子中磷原子和氧原子的摩尔数之比为2对5，显然所用的氧为过量。

由于2摩尔的P才能制得1摩尔的 P_2O_5 ，

故0.0646摩尔的P能制得的 P_2O_5 的摩尔数为

$$0.0646 \text{ 摩尔} \times \frac{1}{2} = 0.0323 \text{ 摩尔}$$

答：能制得0.0323摩尔的 P_2O_5 。

第三节 气体摩尔体积

1. 气体摩尔体积的含义

在标准状况下，1摩尔的任何气体所占的体积都约是22.4升，这个体积叫做气体摩尔体积。对任何1摩尔气体来说，这个数值是个常数，跟气体的种类无关。

我们在应用这个常数时，首先应该明确这个常数只能用于气体而不能用于固体或液体。气体的分子在较大的空间里迅速运动着，它的体积主要决定于分子间的平均距离。在条件相同时，不同气体分子间的平均距离几乎是相等的，而1摩尔的分子数又一样多，所以任何物质的气体摩尔体积都约是22.4升。液体或固体物质的体积主要决定于分子的大小，而分子的大小各种物质又有所不同，所以它们的体积也不一样。第二，应该明确只有在标准状况下，1摩尔气体的体积才是22.4升。不是标准状况的气体都必须换算成标准状况时的体积才符合要求。所谓标准状况就是温度为 0°C 、压强为1大气压或760毫米汞柱的气压。第三，应该明确，1摩尔体积的任何气体都有 6.02×10^{23} 个分子，其质量就是该气体以

克为单位的分子量。

2. 在标准状况下气体体积的计算

这类计算是指在标准状况下，对气体物质的质量、摩尔数、分子数、分子量和体积之间有关数量的计算。计算的要领是根据气体摩尔体积的含义，通过22.4升这个关键量把其它有关数量计算出来。

例1. 5克氢气在标准状况下是多少升？

解：5克氢气的摩尔数为

$$\frac{5 \text{ 克}}{2 \text{ 克/摩尔}} = 2.5 \text{ 摩尔。}$$

氢气的摩尔体积为22.4升/摩尔

故2.5摩尔氢气在标准状况下的体积为

$$22.4 \frac{\text{升}}{\text{摩尔}} \times 2.5 \text{ 摩尔} = 560 \text{ 升}$$

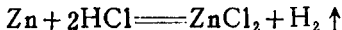
答：5克氢气在标准状况下的体积为560升。

例2. 6.54克的锌跟过量的盐酸作用，能制得标准状况下的氢气多少升？共有多少氢分子？

解：锌的摩尔质量为65.4克/摩尔，6.54克锌的摩尔数为

$$\frac{6.54 \text{ 克}}{65.4 \text{ 克/摩尔}} = 0.1 \text{ 摩尔}$$

锌跟盐酸作用的反应方程式为



由化学方程式知，1摩尔的锌能制得22.4升的氢气，故0.1摩尔的锌能制得的氢气在标准状况的体积为

$$22.4 \frac{\text{升}}{\text{摩尔}} \times 0.1 \text{ 摩尔} = 2.24 \text{ 升}$$

共有氢分子个数为

$$6.02 \times 10^{23} \frac{\text{分子}}{\text{摩尔}} \times 0.1 \text{ 摩尔} = 6.02 \times 10^{22} \text{ 个分子}$$

答：能制得氢气2.24升，共有 6.02×10^{22} 个分子。

3. 在非标准状况下气体体积的计算

在实际工作中所遇到的气体体积往往是在非标准状况，这就应该根据要求，用气态方程换算成所需要的体积。气态方程是物理课讲过的，我们可以直接引用。

$$\text{气态方程} \quad \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$$

引用时要注意，其中的 T 是绝对温度，压强和体积的单位必须前后一致。

如果 P_0 和 T_0 是标准状况， V_0 是在标准状况下1摩尔气体的体积，则 $P_0 V_0 / T_0$ 为一常数，于是气态方程可改写为

$$PV = RT$$

n 摩尔气体，则气态方程为

$$PV = nRT$$

式中的 n 为样品气体的摩尔数， R 是气体的特性常数。 R 的值是随 P 、 V 、 T 所选择的单位决定的。

1摩尔的气体在273°K (0°C)、1大气压下的体积22.4升。

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1 \text{ 大气压} \times 22.4 \text{ 升}}{1 \text{ 摩尔} \times 273 \text{ 度}} = 0.082 \frac{\text{升} \cdot \text{大气压}}{\text{摩尔} \cdot \text{度}}$$