

医 训 班 教 材

医 用 化 学

南京军区军医学校 主编

中国人民解放军总后勤部卫生部

一九八〇年十二月

医 训 班 教 材

医 用 化 学

南京军区军医学校 主编

中国人民解放军总后勤部卫生部

一九八〇年十二月

出 版 说 明

遵照中央军委关于《加强部队教育训练的决定》和《办好军队院校的决定》，为加强卫生技术干部的训练，提高军医、医助的业务技术水平，我部委托广州军区后勤部卫生部主持、北京、沈阳、济南、南京、广州、武汉、成都、昆明、兰州军区后勤部卫生部派有经验的同志参加，编写了这套医训班教材。

全套教材共二十四本：《医用化学》、《人体解剖学》、《生理学》、《生物化学》、《病理学》、《药理学》、《拉丁文》、《医学微生物、寄生虫学》、《中医中药学基础》、《诊断学》、《卫生勤务学》、《防护医学》、《军队卫生学》、《军队流行病学》、《内科学》、《外科学》、《外科手术学》、《传染病学》、《妇产科学》、《儿科学》、《眼科学》、《耳鼻咽喉科学》、《口腔科学》、《皮肤病学》。在编写过程中，各单位注意从训练实际出发，根据培养对象的需要精选内容，文字上力求简明易懂，便于教学和学员自学。初稿完成后，广泛征求了军内外有关单位的意见，并由主编单位组织了会审、修改。各军医大学对这套教材编写也给予了很大帮助。在《医用化学》编写过程中，承上海第一医学院汪迺经、丁胜颂和南京医学院孔祥汶、何生信等同志的审阅修改，在此特表谢意。

各单位在使用本教材时，可根据具体情况，对内容作适当调整。教学中发现不足之处，请反映给我们，以便修订时参考。

总后勤部卫生部

一九七九年十月

绪 言

世界是物质的。物质是由处于不断运动的基本微粒组成的。物质的运动形式是多种多样的，例如分解、化合、生命过程等等。

化学是研究物质的组成、结构、性质和变化规律的一门科学。化学有多门分科。根据训练的目的和要求，将无机化学和有机化学的有关部分，合编成本书。无机化学是研究元素和无机化合物的化学；有机化学是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。有机物和无机物之间既有差别，但又没有绝对的界限。人们早已用人工方法从无机物合成了一些有机物，例如尿素、脂肪等。

化学是在生产实践和科学实验的过程中产生和发展起来的，它反过来又促进了生产的发展。从日常生活、工农业生产到国防建设、部队装备，都与化学有关。我国的工作重点已经转移到社会主义现代化建设上来，自然科学将得到更快的发展，化学科学亦不例外，它将在实现四个现代化的建设中，显示其重要作用。

化学与医学的关系密切。医学研究人体的生理、病理过程，预防和治疗疾病，保护人民的健康。人体的一切生理、病理过程是以体内的物质代谢作用做基础的，而体内的物质代谢则是以物理的和化学的变化作为基础的。因此，要了解人体的生理、病理过程，学习与掌握诊断、治疗和预防疾病的技能，以及进行医学科学研究，就必须有化学知识做基础。由于放射化学、电子计算机等先进技术在医学上的应用日益广泛，化学更成了医学中的一门必不可少的基础课。因此，我们必须认真学习，努力攻关，为今后学习其他医学课程打下牢固的基础。

目 录

绪 言

第一篇 无 机 化 学

第一章 化学的基本概念 (1)

第一节 物质的变化和性质 (1)

一、物质的变化 (1)

二、物质的性质 (1)

第二节 分子和原子 (2)

一、物质由分子构成 (2)

二、分子由原子构成 (2)

三、原子量和分子量 (2)

四、摩尔——物质的量单位 (3)

五、元素和元素符号 (5)

六、单质和化合物 (6)

七、化学基本定律 (6)

第三节 分子式和化合价 (7)

一、分子式 (7)

二、化合价 (7)

第四节 化学反应式 (9)

第五节 化学反应的基本类型 (9)

一、化合反应 (9)

二、分解反应 (10)

三、置换反应 (10)

四、复分解反应 (10)

第二章 无机物的分类 (12)

第一节 金属、非金属和惰性气体 (12)

第二节 氧化物 (12)

一、氧化物的组成 (12)

二、命名方法 (12)

三、氧化物的分类 (13)

第三节 酸	(14)
一、酸的组成	(14)
二、酸的分类和命名方法	(14)
三、酸的共性	(14)
第四节 碱	(15)
一、碱的组成	(15)
二、碱的分类和命名方法	(15)
三、碱的共性	(15)
第五节 盐	(16)
一、盐的组成	(16)
二、盐的分类和命名方法	(16)
三、盐的性质	(16)
第六节 与医学有关的重要无机物	(17)
一、重要的单质	(17)
二、重要的氧化物	(18)
三、重要的酸	(18)
四、重要的碱	(19)
五、重要的盐	(19)

第三章 原子结构和元素周期律 (21)

第一节 原子的结构	(21)
第二节 电子在核外的分布	(22)
第三节 同位素	(23)
第四节 元素周期律	(24)
一、核外电子排布的周期性	(24)
二、原子半径的周期性	(24)
三、核外电子排布的周期性和元素性质递变的关系	(26)
第五节 元素周期表	(26)
一、短式周期表	(26)
二、长式周期表	(27)
三、周期表内元素性质递变的规律	(27)
第六节 原子的电子层结构	(29)
一、电子云的概念	(29)
二、核外电子的运动状态	(29)
三、原子的能级	(32)
第七节 分子的形成	(36)
一、离子键	(36)
二、共价键	(37)
三、配价键	(38)

四、氢键.....	(39)
第八节 用原子结构理论解释元素的化合价.....	(40)
第九节 氧化——还原反应.....	(40)
一、氧化还原反应的初期概念.....	(41)
二、从电子的得失看氧化还原反应的实质.....	(41)
三、元素化合价的改变是判断氧化还原反应的标志.....	(42)
四、氧化剂和还原剂.....	(42)
五、氧化还原方程式的配平.....	(43)
第四章 溶液	(44)
第一节 溶液的概念.....	(44)
第二节 溶解过程.....	(45)
第三节 溶解度.....	(46)
第四节 分配定律.....	(48)
第五节 溶液的浓度.....	(49)
一、比例浓度.....	(49)
二、百分浓度.....	(49)
三、摩尔浓度(M).....	(50)
四、溶液的稀释与混合.....	(51)
第五章 电解质溶液	(55)
第一节 电解质及其电离.....	(55)
一、电解质和非电解质.....	(55)
二、强电解质和弱电解质.....	(56)
三、强电解质溶液的表现电离度.....	(57)
四、酸、碱、盐的电离.....	(57)
五、盐类的水解.....	(59)
第二节 弱电解质的电离平衡.....	(60)
一、电离平衡.....	(60)
二、电离平衡的移动和同离子效应.....	(60)
第三节 离子反应.....	(61)
一、离子反应.....	(61)
二、离子反应趋于完成的条件.....	(61)
第四节 络合物的基本概念.....	(62)
一、络合物和络离子.....	(62)
二、络合物的形成.....	(63)
三、络离子的电荷.....	(64)
四、络合物的命名.....	(64)
五、络离子的内部结构.....	(65)

六、内络合物(螯合物)	(65)
七、络合物在医药上的应用	(66)
第五节 酸碱质子理论	(67)
一、广义的酸	(67)
二、广义的碱	(67)
三、酸与碱的相互转化	(67)
第六章 毫克当量浓度(mEq/L)	(70)
第一节 物质的当量	(70)
一、元素和化合物的当量	(70)
二、离子的当量	(71)
三、克当量和毫克当量	(7)
四、克当量数和毫克当量数	(72)
第二节 当量浓度和当量定律	(73)
一、当量浓度	(73)
二、当量定律	(73)
第三节 毫克当量浓度	(74)
第七章 pH值和缓冲溶液	(77)
第一节 溶液的酸碱性	(77)
一、水的电离	(77)
二、溶液的酸碱性	(77)
三、氢离子浓度和pH 值	(77)
四、pH 值在医学上的意义	(79)
第二节 缓冲溶液	(79)
一、缓冲作用	(79)
二、缓冲溶液的组成	(80)
三、缓冲作用原理	(81)
四、缓冲溶液在医学上的意义	(82)
五、缓冲溶液 pH 值计算公式	(82)
第八章 溶液的渗透压	(85)
第一节 渗透现象与渗透压	(85)
第二节 溶液的渗透压与浓度、温度的关系	(86)
一、范特荷甫渗透公式	(86)
二、非电解质溶液的渗透压	(86)
三、强电解质溶液的渗透压	(86)
第三节 渗透压与医学的关系	(87)
一、等渗、低渗和高渗	(87)

二、晶体渗透压和胶体渗透压	(88)
---------------------	--------

第九章 污染与化学

第一节 环境污染的危害	(90)
-------------------	--------

第二节 化学为环境保护服务	(92)
---------------------	--------

第二篇 有机化学

第一章 有机化合物概述

第一节 有机化合物的概念	(93)
--------------------	--------

第二节 有机化合物的结构与特性	(93)
-----------------------	--------

一、有机化合物的结构	(93)
------------------	--------

二、有机化合物的特性	(97)
------------------	--------

第二章 烃及卤代烃

第一节 脂肪烃	(99)
---------------	--------

一、饱和烃——烷烃	(99)
-----------------	--------

二、不饱和烃	(102)
--------------	---------

第二节 芳香烃	(105)
---------------	---------

一、苯的结构	(105)
--------------	---------

二、芳香烃的命名	(106)
----------------	---------

三、苯的化学性质	(106)
----------------	---------

四、稠苯	(107)
------------	---------

第三节 卤代烃	(108)
---------------	---------

一、卤代烃的结构和命名	(108)
-------------------	---------

二、卤代烃的主要化学性质	(109)
--------------------	---------

三、几个重要的卤代烃	(110)
------------------	---------

第三章 醇、酚、醚

第一节 醇	(112)
-------------	---------

一、醇的结构	(112)
--------------	---------

二、醇的分类和命名	(112)
-----------------	---------

三、醇的性质	(112)
--------------	---------

四、几个重要的醇	(115)
----------------	---------

第二节 酚	(115)
-------------	---------

一、酚的结构和命名	(115)
-----------------	---------

二、酚的性质	(116)
--------------	---------

三、几个重要的酚	(117)
----------------	---------

第三节 醚	(117)
一、醚的结构及通式	(117)
二、几个重要的醚	(118)
第四章 醛、酮	(120)
第一节 醛和酮的结构、命名及性质	(120)
一、醛和酮的结构及命名	(120)
二、醛、酮的性质	(121)
第二节 几个重要的醛和酮	(122)
第五章 羧酸及其衍生物	(124)
第一节 羧酸	(124)
一、羧酸的结构	(124)
二、羧酸的分类	(124)
三、羧酸的命名	(125)
四、羧酸的性质	(125)
五、几个重要的羧酸	(126)
第二节 酯	(127)
一、酯的结构	(127)
二、酯的性质	(127)
三、几个重要的酯	(128)
第三节 具有复合功能基的羧酸	(129)
一、羟基酸和酮酸的命名	(129)
二、羟基酸和酮酸的主要化学性质	(130)
三、几个重要的羟基酸和酮酸	(130)
第六章 胺、酰胺	(134)
第一节 胺	(134)
一、胺的结构及分类	(134)
二、胺的命名	(134)
三、胺的性质	(135)
四、几个重要的胺	(136)
第二节 酰胺	(136)
一、酰胺的结构	(136)
二、酰胺的主要化学性质	(136)
三、尿素	(137)
四、巴比妥药物	(137)
第三节 季胺化合物	(138)
一、季胺化合物的结构	(138)

二、季胺化合物的性质	(138)
三、几个重要的季胺化合物	(138)
第七章 杂环化合物及生物碱	(141)
第一节 杂环化合物	(141)
一、杂环化合物的定义和分类	(141)
二、几个重要的杂环化合物	(142)
第二节 生物碱	(144)
一、生物碱的一般概念	(144)
二、生物碱的一般性质	(145)
三、几个重要的生物碱	(145)
第八章 糖类	(149)
第一节 单糖	(149)
一、单糖的定义和结构	(149)
二、单糖的化学性质	(151)
三、几个重要的单糖	(152)
第二节 双糖	(153)
一、蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$	(154)
二、麦芽糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$	(154)
三、乳糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$	(155)
第三节 多糖	(156)
一、淀粉	(156)
二、糖元	(156)
三、纤维素	(157)
四、右旋糖酐	(157)
五、透明质酸、硫酸软骨素、肝素	(157)
第九章 脂类	(159)
第一节 油脂	(159)
一、油脂的结构	(159)
二、油脂的性质	(160)
第二节 类脂	(161)
一、磷脂	(161)
二、固醇	(162)
第十章 蛋白质和核酸	(166)
第一节 组成蛋白质的基本单位—— α -氨基酸	(166)
一、 α -氨基酸	(166)

二、氨基酸的性质	(166)
第二节 蛋白质	(170)
一、蛋白质的结构	(170)
二、蛋白质的分类	(173)
三、蛋白质的性质	(174)
第三节 核酸	(176)
一、元素组成	(176)
二、水解产物	(177)
三、嘧啶碱和嘌呤碱	(177)
四、戊糖	(178)
五、核苷	(178)
六、核苷酸	(179)
七、核酸的结构	(180)
附 录	(184)
附录一 酸、碱和盐的溶解性表	(184)
附录二 元素周期表(短式)	(184)后
附录三 元素周期表(长式)	(184)后
附录四 弱电解质的电离常数表(25°C)	(185)
附录五 医用缓冲液	(185)
附录六 化学试剂危险品的安全储存和消防(供参考)	(185)

第一篇 无机化学

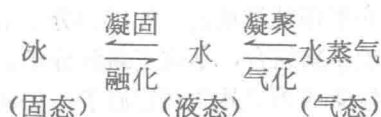
第一章 化学的基本概念

第一节 物质的变化和性质

一、物质的变化

世界是物质的。物质在不断地运动。物质的运动形式多种多样。物质表现有不同的性质和形态。

物质通常有三种聚集状态，即固态、液态和气态。在一定条件下，这三种状态可以相互转化。例如，在一个大气压下，液态的水加热到 100°C 时，就会沸腾变成气态的水蒸气。水蒸气遇冷又变为水。水冷却到 0°C 时，就结成固态的冰。冰受热又融化为水。所以水的运动形式包括着液态水、水蒸气和冰这三种形态的相互转化。其关系可以表示如下：



在转化过程中，水的形态虽然发生了变化，但都是同一物质，其本质没有改变，即没有生成新的物质。没有新物质生成的变化叫做物理变化。

我们也常见到物质另外一些运动形式。例如，将镁带点燃，就会发出热和耀眼的光，并生成一种白色的物质——氧化镁。这是因为镁燃烧时，与空气中的氧气作用，生成一种和镁完全不同的氧化镁。

又如，石灰石在窑中煅烧，会生成生石灰和二氧化碳气体。

上面这些变化的共同特征是生成了新的物质。有新物质生成的变化叫做化学变化（或化学反应）。人体的新陈代谢，就包含着许多物质的化学变化。

化学变化和物理变化本质上是不同的，但常同时发生。例如，点燃蜡烛时，蜡受热熔化，这是物理变化；同时蜡又燃烧变成水蒸气和二氧化碳，这是化学变化。

二、物质的性质

各种物质有各自的性质。我们就是根据物质的性质来认识和辨别它们。物质的性质可分为物理性质和化学性质两方面：

物质发生化学变化时所表现的性质，叫做物质的化学性质。如镁的可燃性，在镁燃烧时表现出来。镁的可燃性就是镁的一种化学性质。

物质的某些性质，不经过化学变化就能表现出来，这些性质叫做物理性质。例如，颜色、光泽、气味、状态、密度、熔点、沸点等。

第二节 分子和原子

一、物质由分子构成

科学实验证明：任何物质都是由许多很小的微粒组成的，这些微粒在不断地运动着。把蔗糖固体放在水里，过了一会，蔗糖就看不见了，其溶液有了甜味，这是因为蔗糖在水中分散成为不断运动的、很小的微粒。物质的微粒虽然很小，却仍然保持物质原有的化学性质。凡能够独立存在并保持物质原有化学性质的微粒叫做分子。

分子的质量和体积都非常小。例如，一个水分子的质量大约是 3×10^{-23} 克，它的直径大约是 $2.8 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-8}$ 厘米)。如果我们把水分子放大一千万倍，它也不过只有绿豆那样大小。

水、蔗糖都是由该物质的分子组成的。同一种物质分子的大小，质量和化学性质都相同。

分子之间有距离。如果分子之间距离很小，此时物质往往呈固态；如果分子之间距离较大，物质就呈液态；距离再大就呈气态了。

二、分子由原子构成

一切物质都是无限可分的。一般说来，物质由分子组成，分子是由更小的微粒原子所组成。例如，每个水分子可分为两个氢原子和一个氧原子，换句话说，每个水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成。

原子比分子更轻，更小，在不停地运动着。原子和分子不同。在化学变化中，物质的分子发生了变化，旧分子中的原子重新组合，形成了新的分子。而在一般的化学变化中，参与反应的物质分子里的原子不能转变成为另外的其它原子。如在化学反应时铁原子不能变成铜原子，碳原子不能变成氧原子。因此，原子是物质参加化学反应的一种最小微粒。

随着科学的发展，科学家们已经成功地拍摄了原子运动的彩色电影。

三、原子量和分子量

物质是有质量的，组成物质的分子、原子也有质量。不同的分子、原子，它们的质量各不相同。例如：

1 个碳原子 (^{12}C) 的质量为 1.993×10^{-23} 克

1 个氧原子 (^{16}O) 的质量为 2.657×10^{-23} 克

1 个氢原子 (^1H) 的质量为 1.673×10^{-24} 克

这样小的数字，记忆和计算很不方便，就象用吨来表示一粒稻谷的质量一样。因此，在科学上，一般不直接用原子的实际质量，而采用不同原子的相对质量。国际上以一种碳原子 (^{12}C) 的质量的 $1/12$ 作为标准，其它原子的质量跟它相比较所得的数值，就是该种原子的原子量。例如，1 个碳原子 (^{12}C) 质量的 $1/12$ 为

$$\frac{1.993 \times 10^{-23}}{12} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ 克}$$

根据上面的数字，可以计算出氧、氢的原子量：

$$\text{氧的原子量: } \frac{1 \text{ 个氧原子} (^{16}\text{O}) \text{ 的质量}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ 克}} = \frac{2.657 \times 10^{-23} \text{ 克}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ 克}} \approx 16.00$$

$$\text{氢的原子量: } \frac{1 \text{ 个氢原子} (^1\text{H}) \text{ 的质量}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ 克}} = \frac{1.673 \times 10^{-24} \text{ 克}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ 克}} \approx 1.008$$

可见, 原子量只是一个比值, 它没有单位。我们采用原子量来计算, 书写和记忆就很方便了。一般化学计算是采用原子量的近似值。如氢取1; 氧取16; 钠取23等等。国际原子量见书末附录《元素周期表》。

分子是由原子构成的。知道了一种物质的分子组成, 那么, 组成这个分子的所有原子的原子量的总和就是这种物质的分子量。因为, 原子量是相对质量, 所以分子量也是相对质量。例如, 水 (H_2O) 的分子量就是:

$$2 \times 1.008 + 1 \times 16.00 = 18.02$$

四、摩尔——物质的量单位

随着现代生产和科学技术的发展, 迫切要求人们用宏观的量来量度微观粒子。由于分子、原子、电子、光子等微观粒子都很微小, 致使人们不能借助于衡器和量器直接测量一个粒子的质量和体积。因此, 人们就需要采用一个适宜的单位——摩尔(Mole, 简称为摩Mol)来计量物质的量。

摩尔, 来源于拉丁文 Moles, 原意是大量和堆量。本世纪四、五十年代曾在欧美的化学教科书中作为克分子量的代号。从六十年代起, 化学家们把摩尔叫做“化学家的‘物质的量’ (Amount of substance)”, 并阐明了它的涵义。

摩尔是物质的量单位, 即, 一个新物理量。摩尔的定义是: 物质体系所包含的结构微粒数与12克碳(^{12}C)中的原子数目相等, 则这个体系物质的量为1摩尔。结构微粒是指原子、分子、离子、电子及其它微粒, 或是这些微粒的特定组合体。

由上述定义可见, 摩尔具有数量涵义, 它既能表示一种物质的质量, 又能表示该物质所包含的结构微粒数。

12克碳(^{12}C)的原子数目是多少呢?

1个碳(^{12}C)原子的质量为 1.993×10^{-23} 克, 那么12克碳(^{12}C)里所含的原子数目应为: 列成比例式: $1.993 \times 10^{-23} : 1 = 12 : x$

$$x = \frac{1 \times 12}{1.993 \times 10^{-23}} = 6.023 \times 10^{23}$$

6.023×10^{23} /摩尔, 此值称为阿佛加德罗 (Avogadro) 常数。阿佛加德罗常数可通过实验来测定。

由此可见, 1摩尔是代表 6.023×10^{23} 个微粒。例如:

1摩尔氢原子含有 6.023×10^{23} 个氢原子,

1摩尔氢分子含有 6.023×10^{23} 个氢分子,

1摩尔电子含有 6.023×10^{23} 个电子,

1摩尔氢氧根离子含有 6.023×10^{23} 个氢氧根离子。

也可以说, 某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。

1摩尔与我们通常使用的数量单位“打”相类似。它们的差别仅在于1打的数量是12个, 1摩尔的数量是 6.023×10^{23} 个。此外, “打”应用于宏观物体, 如乒乓球、铅笔等, 而

摩尔应用于微观的结构微粒。换言之，摩尔是某一微粒的集体数。

(一) 摩尔原子

凡含有 6.023×10^{23} 个原子的元素，叫做1摩尔原子。

1摩尔原子既然表示一定数目的原子，必然有一定的质量。但是，由于不同元素的原子量不相等，所以不同元素1摩尔原子的质量也是不相等的，这好比10支铅笔和10支钢笔的质量不相等一样。那么，各种元素1摩尔原子的质量各等于多少呢？

从科学上所规定的1摩尔碳原子(^{12}C)的质量是12克，就可以推知任何物质1摩尔的质量。

1个碳原子跟1个氢原子质量之比是12:1，1摩尔碳原子和1摩尔氢原子的原子数相同，因此，1摩尔碳原子跟1摩尔氢原子的质量比是12:1。1摩尔碳原子质量为12克，1摩尔氢原子质量即为1克。

同理，1摩尔氧原子的质量为16克，

1摩尔钠原子的质量为23克。

(二) 摩尔分子

摩尔分子的意义和摩尔原子的意义很相似。

凡含有 6.023×10^{23} 个分子的物质叫做1摩尔分子。例如：

1摩尔氧分子的质量为32克；

1摩尔氯化钠分子的质量为58.5克。

由此可见，1摩尔物质的质量若以克计，在数值上便等于该物质相应的原子量或分子量。所以从质量意义上说，1摩尔的质量与过去书刊上使用的1克原子或1克分子的质量是等同的。例如：

1摩尔氢原子的质量 = 1克原子氢 = 1.008克，

1摩尔氧分子的质量 = 1克分子氧 = 32克。

(三) 摩尔数

摩尔数是指一定量物质中含有多少摩尔。过去化学上的克分子数、克原子数相当于现在的摩尔数。1摩尔物质的质量通常也叫该物质的摩尔质量，摩尔质量的单位是“克/摩尔”。物质的质量，摩尔质量和摩尔数之间的关系可以用下式表示：

$$\text{摩尔数} = \frac{\text{物质的质量(克)}}{1\text{摩尔原子(或分子)的质量(克/摩尔)}}$$

化学计算基本上都建立在物质的摩尔数的演变基础上。摩尔数可以是整数，也可以不是整数。

〔例1〕 27.92克铁相当于多少摩尔的铁？

解： $\because$ 1摩尔铁原子的质量 = 55.85克

$\therefore$ 铁的摩尔数：

$$\frac{27.92\text{克}}{55.85\text{克/摩尔}} = 0.5\text{摩尔}$$

〔例2〕 36.46克的氯化氢相当于多少摩尔的氯化氢？

解： $\because$ 1摩尔氯化氢分子的质量 = 36.46克

∴氯化氢的摩尔数:

$$\frac{36.46 \text{ 克}}{36.46 \text{ 克/摩尔}} = 1 \text{ 摩尔}$$

由摩尔原子和摩尔分子的叙述, 可得通式:

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

(四) 摩尔体积

在标准状况下 (0°C和1 大气压) 1 摩尔任何气体的分子所占的体积约为22.4升。

标准状况下, 一升氢气质量为0.0899克。现已知, 1 摩尔氢气的质量是 2.016 克, 所以 1 摩尔氢气在标准状况下所占的体积是:

$$\frac{2.016 \text{ 克}}{0.0899 \text{ 克/升}} = 22.4 \text{ 升}$$

依同样计算, 32克氧气、44克二氧化碳等气体, 在标准状况下所占的体积都约为22.4升。

(五) 采用摩尔的优点

摩尔是七十年代国际上公认为计量物质的量单位, 它起着统一克原子、克分子、克离子的作用, 化学分析的全部量均可用摩尔表示。从整个发展趋势来看, 当前并存使用的克原子、克分子, 克离子等今后将被摩尔所代替。

采用摩尔单位来计量, 它的优点是:

1. 使用摩尔单位极为方便, 使用的范围极广。摩尔这个单位本身有“堆量”的涵义, 运用到量度微小的分子、原子显得更加方便。例如:

1 摩尔 Cl 代替 1 “克原子” Cl

1 摩尔 H_2SO_4 代替 1 “克分子” H_2SO_4

1 摩尔 SO_4^{2-} 代替 1 “克离子” SO_4^{2-}

应强调的是在应用此单位时, 必须指明结构微粒是分子还是原子、离子等等。

2. 使用摩尔单位可以一举两得, 它既能表明摩尔质量又可表明所包含的粒子数。在这个意义上, 它又保留了克原子、克分子等的涵义。但摩尔的涵义比克原子、克分子等的涵义更为广泛。

五、元素和元素符号

原子的种类很多, 不同种类的原子具有不同的质量和化学性质。元素就是同种原子的总称。例如, 氧气含有氧原子, 水分子和氧化钙分子也都含有氧原子, 不论这些分子里含有氧原子的个数是多少, 都可以说, 它们的成分里有氧元素。人体的结构非常复杂, 有各种组织, 如骨骼、神经、肌肉等, 但组成人体的元素主要有氧、碳、氢、氮、磷、钙。其余的为其它一些元素如钾、钠、硫、氯、镁、氟、铜、铁、碘、硒和钴等。有的元素在体内的含量少, 例如铁、硒、碘等, 但它们在生理上起着很重要的作用。

迄今为止, 人们已经发现的元素有107种, 其中天然存在的有94种; 人工制造的有13种。根据元素的性质, 可分为金属元素和非金属元素。如钠、钾、银、汞等都属金属元素; 碳、硫、氢、溴等都属非金属元素。

元素的中文名称具有一定的规律: 在通常情况下, 非金属元素呈气态的用“气”字头, 如氢; 液态的用“氵”作边旁, 如溴; 固态的用“石”字旁, 如碳。金属元素呈固态的用“金”字