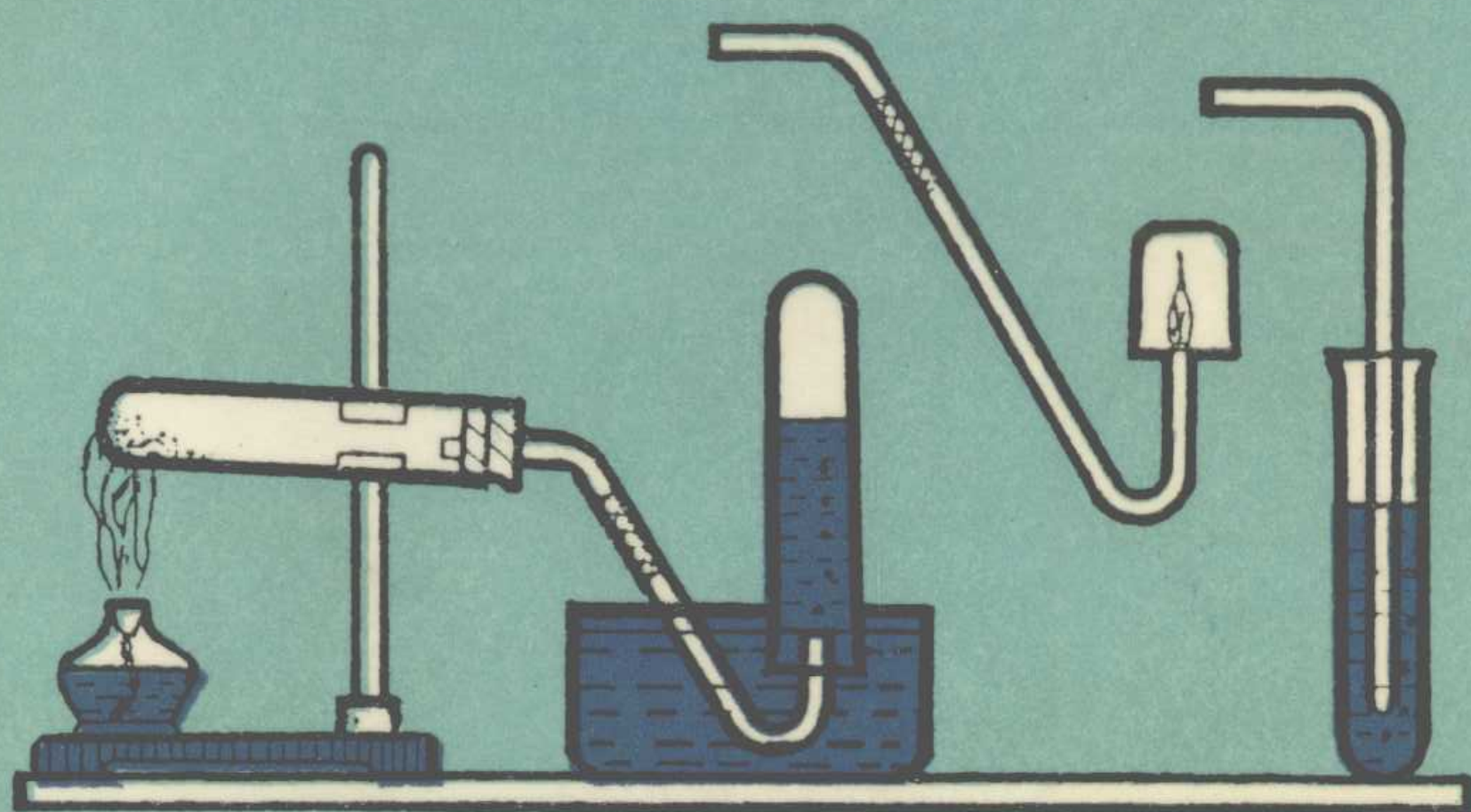


中等专业学校适用

化 学

李建成 李厚仁 主编



机械工业出版社

中等专业学校适用

化 学

李建成

主编

李厚仁



机械工业出版社

(京)新登字054号

本教材主要介绍了物质的量及其基本单位摩尔的概念和有关计算；化学反应速率和化学平衡；弱电解质的电离及盐类水解；氧化还原；电解和金属防腐；原子和分子结构、元素周期律；重要的无机和有机物质等。

本教材结构合理，理论深度适当，实用性较强，语言简洁明了，符合中等职业教育的培养目标和教学实际的需要。

本书适用于招收初中毕业生的机电、航天、交通、城建等行业的中等专业学校，也可供其他非化工类中等专业学校及职业中学使用。

化 学

李建成
主编
李厚仁

*

责任编辑：常燕宾 责任校对：丁丽丽
封面设计：方 芬 版式设计：冉晓华
责任印制：卢子祥

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)
人民交通印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印张 $9 \frac{1}{4}$ ·插页1·字数202千字
1991年3月北京第1版·1992年5月北京第3次印刷
印张 20,001—33,300·定价：3.80元

*

ISBN 7-111-02620-9/O·61(课)

本书常用名词及其符号

符号	名 词	符号	名 词
M	摩尔质量	A_r	元素的相对原子质量
m	质量	Q	反应热
N	分子数或其它基本单元数	α	电离度
N_A	阿佛加德罗常数	v	化学反应速率
n	物质的量；电子层序数	κ	反应速率常数
p	压强、压力	K	平衡常数
V	体积	K_i	电离平衡常数
V_m	摩尔体积	K_a	弱酸电离常数
T	温度	K_b	弱碱电离常数
t	时间	K_w	水的离子积常数
c_B	物质B的物质的量浓度	E	电动势；能量
w_B	物质B的质量分数	φ	电极电势
ρ	密度	e	电子
s	固态	Z	原子序数；质子数
l	液态	A	原子的质量数
g	气态	X	电负性

教学课时分配 (参考)

章 目	总学时	讲课学时	习题课学时	实验学时	实验习题学时
绪 论	1	1			
基本概念和基本计算	9	5	2	2	
化学反应速率和化学平衡	6	4		2	
电解质溶液	10	8		2	
氧化还原和电化学基础	10	8		2	
物质结构 元素周期系	12	10		2	
重要金属元素及其化合物	10	8		2	
重要非金属元素及其化合物	12	8		4	2*
烃及其衍生物	12	8	2	2	
有机高分子化合物	6	6			2*
机 动	8				
总 计	96	66	4	18	4*

打*号者选作，未计入总课时。

前 言

本教材是根据工科非化工专业的化学教学实际和教学改革的需要而编写的。

教材编写中注意了与现行初中化学教学内容相衔接，尽量避免重复与脱节。掌握适当的理论深度，着重实用性并给学生以启迪。努力反映化学知识在生产及生活中的应用，以适应中等专业技术人才培养目标的需要。一些经过学生自己推理就能得出的结论或能够掌握的知识，用“练习思考”题的形式在相应的部分提出。打*内容供不同专业选学。基本理论教学的安排遵循由宏观到微观、从感性到理性的原则。物质的量及其基本单位“摩尔”是全书常用的重要概念，故列在第一章学习。其后三章从宏观上介绍化学反应和物质变化的一些规律，既巩固第一章所学的知识，也使學生得到有关物质性质的一定的感性认识。第五章物质结构和元素周期系是承上启下的，即对前面涉及的物质变化和性质，从微观上、本质上作了进一步探讨；给将要学习的内容奠定了基础。此后，分族学习重要的元素及其化合物，同时按物质的用途编写了阅读材料。

教材采用国家法定计量单位，根据有关规定，一些量的名称、单位和符号用了新的表示方法。如原子（分子）量称为“相对原子（分子）质量”；摩尔浓度称为“物质的量浓度”，符号为 c ；百分比浓度称为“质量（体积）分数”，符号为 w 。

本教材是在机电及其他行业的广大中专学校教师热诚鼓励下完成的。在编写过程中，得到机械电子工业部教育司和全国中等专业学校化学课程组的支持。书稿经部基础课教学指导委员会审定。

浙江大学李明馨教授担任本教材主审。上海电机制造专科学校徐文庄高级讲师和常州化工学校蒋鉴平校长对教材的编写给予了宝贵的指导。王一民等同志参加了审稿。在此，谨向支持本教材编写和为教材质量的提高付出辛勤劳动的同志们表示由衷的谢意。

参加本教材编写工作的有四川机校曹大森（第一章）、北京仪器仪表学校童和庆（第二章）、无锡无线电学校朱伯泉（第三章）、无锡机械学校倪德鑫（第四章）、咸压机校李建成（绪论、第五章）、杭州机校任连元（第六章）、山东机校李厚仁（第七章）、黑龙江机校徐国忠（第八章）、山东电子学校殷延兰（第九章）。李建成、李厚仁负责统稿。全书由李建成修改、定稿。

限于编者水平，教材中难免存在错误和不妥之处，敬请读者批评指正！

编 者

1990年6月

目 录

绪论	1
第一章 基本概念和基本计算	3
第一节 物质的量及其单位——摩尔	3
第二节 溶液的浓度	9
第三节 热化学方程式	13
习题课 物质的量等概念在计算中的应用	15
本章小结	19
习题	21
第二章 化学反应速率和化学平衡	24
第一节 化学反应速率	24
第二节 化学平衡	29
第三节 化学平衡的移动	31
本章小结	35
习题	35
第三章 电解质溶液	38
第一节 电解质及其电离	38
第二节 离子互换反应	45
第三节 水的电离和溶液的酸碱性	47
第四节 缓冲溶液	51
第五节 盐类的水解	53
本章小结	57
习题	59
第四章 氧化还原和电化学基础	62
第一节 氧化还原反应	62

第二节 原电池	68
第三节 电极电势	72
第四节 电解及其应用	76
第五节 金属的腐蚀及防护	79
阅读材料4-1 电解的应用	84
阅读材料4-2 化学电源	88
本章小结	89
习题	91
第五章 物质结构 元素周期系	96
第一节 原子结构	96
第二节 原子核外电子的运动状态	98
第三节 原子核外电子的分布规律	103
第四节 元素周期律	108
第五节 元素周期表	111
第六节 化学键	122
第七节 晶体 分子的极性	128
阅读材料5-1 元素周期表的意义	131
本章小结	134
习题	137
第六章 重要金属元素及其化合物	142
第一节 金属概述	142
第二节 钠 钾 镁 钙	148
第三节 铝	154
第四节 锡 铅 铋 铊	157
第五节 过渡元素	160
第六节 稀土元素	168
本章小结	170
习题	171
第七章 重要非金属元素及其化合物	175

X

第一节	非金属概述	175
第二节	氯	178
第三节	硫	181
第四节	氮和磷	186
第五节	硅	194
阅读材料7-1	氟 溴 碘	197
阅读材料7-2	热处理常用盐	200
阅读材料7-3	耐磨耐高温材料	203
阅读材料7-4	半导体材料	204
阅读材料7-5	硅酸盐工业产品	206
阅读材料7-6	稀有气体简介	208
本章小结		210
习题		211
第八章	烃及其衍生物	214
第一节	有机化合物概述	214
第二节	饱和烃——烷	216
第三节	不饱和烃——烯和炔	223
第四节	芳香烃	228
习题课	烃的命名和鉴别	231
第五节	烃的衍生物	233
阅读材料8-1	煤和石油简介	247
阅读材料8-2	润滑油	249
阅读材料8-3	有机溶剂	250
本章小结		252
习题		256
第九章	合成有机高分子化合物	259
第一节	高分子化合物的基本概念	259
第二节	合成高分子材料简介	262
第三节	有机硅化合物	272

阅读材料9-1 高分子复合材料274

阅读材料9-2 胶粘剂276

阅读材料9-3 涂料276

本章小结279

习题279

附录.....281

附录 1 本书选用的法定计量单位281

附录 2 用于构成十进倍数和分数单位的词头282

元素周期表

绪 论

世界是由物质组成的。物质都在不断地运动和变化。化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门自然科学。

化学的应用非常广泛。例如，粮食的增产，能源的开发利用，新材料的研究，环境污染的治理等人类面临的重大课题，都与化学有关。可以说化学关系到人类的生存和发展，作为现代社会的成员，不具备一定的化学知识，就难以了解和适应我们赖以生存的世界。

科学技术发展到现在，各门学科不再是单一和孤立的，而是彼此渗透、互相促进的。因此，对于工科非化工专业的学生来说，化学仍然是一门不可缺少的基础课程。例如，机电类专业必然会遇到材料选择、金属处理与防腐等问题。工程技术人员在组织施工和生产中能否运用化学知识，同时考虑与生产环境的关系，从而采取适当措施，较好地完成任务，是反映水平高低的重要标志。

化学，作为一门产生于人类文明进步斗争中的科学，在我国如黄河、长江一样源远流长，并有过灿烂的成就，只是由于长期的封建统治，才使得我国的化学科学和化工工业逐渐落伍。这种状况直到新中国成立才得到改观。几十年来，我国的化肥、农药、酸、碱等基本化工产品的产量有了飞速的增长；有机合成工业从无到有不断发展，产品品种和产量不断增加；用于火箭、导弹、人造卫星及核工业的各种特殊

材料也相继研制成功；牛胰岛素等具有生物活性蛋白质的合成，标志着我国在揭开生命奥秘的伟大历程中，迈进了世界领先行列。但总的来看，我国的化学工业由于底子薄、基础差，与发达国家比较，还有很大差距。一个能创建长城、运河的民族，决不能自甘落后。我们一定要继承和发扬中华民族勤劳、聪敏等优秀品质，增强民族自信心，为振兴中华，实现“四化”而发愤学习。

通过化学课程的学习，要掌握实现中等专业技术人才培养目标所必需的化学基本理论、基本知识和基本技能；为学习后续课程和将来工作奠定必要的基础；培养辩证唯物主义观点，树立正确的世界观。

在学习方法上，我们提倡理论联系实际、独立思考、勤于动手。对于一个概念，要搞清楚是怎样引入的、它的正确涵义及应用范围。对于实验，要正确操作、仔细观察、认真分析实验现象所反映的实质。

同学们在学校学习的时间和学习的知识都是有限的，而到社会上工作时间和接触的问题却是长期和广泛的。面对飞速发展的科学技术和生产中层出不穷的问题，必须不断学习、研究和创新，这就要求我们不但要掌握现在所学的知识，而且（也是更重要的）要具备较强的能力。所以，我们要把学习知识和培养能力结合起来，使知识的增长和能力的提高相互促进。

第一章 基本概念和基本计算

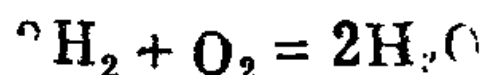
在初中，我们已经学习了一些化学基本概念，如物质的分类、化学反应的基本类型等。本章将介绍物质的量、热效应等概念和有关的计算。

第一节 物质的量及其单位——摩尔

在生产和科学研究中，经常要用到一些物理量和相应的单位。目前国际上规定了七个基本的物理量单位（称国际单位制，即SI制，见书末附录1），化学中使用十分广泛的是摩尔，它是物质的量的单位。

一、物质的量及摩尔的概念

在应用化学方程式表示物质的化学变化时，很容易看出原子、分子或离子间的数量关系。例如：



可以认为，二个氢分子和一个氧分子起反应，生成二个水分子。但这样的理解是很局限的，也是没有实际应用意义的。虽然构成物质的各种微粒（也称结构单元）都具有一定的质量，但由于它们十分微小，单个的微粒是肉眼看不见的、难以称量的。而实际上参加反应的微粒又是大量的、是微粒的集合体，而且也是可以称量的。为了表示微粒的群体并达到可以称量的目的，1971年第十四届国际计量大会决定，增设一个新的基本物理量——物质的量（符号 n ），并规定其基本单位为摩尔（符号 mol）。

物质的量与长度、质量一样，也是一种物理量的名称。它是用作衡量系统[⊖]中包含结构单元多少的物理量。

1 mol 物质包含的结构单元数与0.012 kg ^{12}C [⊖]的原子数目相等。在使用“摩尔”时，应指明结构单元（原子、分子、电子及其它微粒，或是这些微粒的特定组合）。结构单元一般用化学式[⊖]来表示。

实验测知， ^{12}C 原子的质量是 $1.9927 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ，则12 g ^{12}C 中含有的碳原子数约为 6.02×10^{23} （即阿佛加德罗常数[Ⓔ]）个。也就是说，任何物质，凡含有阿佛加德罗常数个结构单元，它的物质的量就是1 mol。例如：

6.02×10^{23} 个碳原子是 1 mol C；

12.04×10^{23} 个氢分子是 2 mol H_2 ；

3.01×10^{23} 个钠离子是 0.5 mol Na^+ ；

18.06×10^{23} 个氢氧根离子是 3 mol OH^- 。

应当注意，不要将物质的量称为“摩尔数”，正如不能将长度称为“米数”一样；也不要将物质的量与质量混淆，因为二者是不同的物理量。

二、摩尔质量

1 mol 物质的质量称为该物质的摩尔质量。即

$$M = \frac{m}{n} \quad (1-1)$$

式中， M 代表摩尔质量； m 代表质量（单位 g）； n 代表物质的量（单位 mol）。

⊖ 系统，又称体系，可简单地理解为“被研究的对象”。

⊖ ^{12}C 是核内含有6个质子和6个中子的一种碳原子。

⊖ 化学式，以元素符号来表示物质组成的式子。化学式中所有原子的相对原子质量的总和称为化学式量。

Ⓔ 阿佛加德罗常数的符号是 N_A ，近似值取 6.02×10^{23} 。

不难看出，摩尔质量的单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

从摩尔的定义可知，1 mol C 的质量是 12g，结合元素相对原子质量的概念，可推算出 1 mol 任何物质的质量。

例如，氧原子的摩尔质量可推算如下：

1 个碳原子的质量：1 个氧原子的质量 = 12 : 16

1 mol C 的质量：1 mol O 的质量 = 12 : 16

所以

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol O 的质量} &= \frac{1 \text{ mol C 的质量} \times 16}{12} \\ &= \frac{12\text{g} \times 16}{12} = 16\text{g} \end{aligned}$$

同样可以推算出 1 mol S 的质量是 32g；1 mol Fe 的质量是 56g 等等。也就是说，1 mol 任何原子的质量以克(g)为单位时，其数值就等于该原子的相对原子质量。

同理可以导出，1 mol 任何分子的质量，以克(g)为单位，数值上等于该种分子的相对分子质量。例如，

H_2 的相对分子质量是 2，1 mol H_2 的质量是 2g；

H_2O 的相对分子质量是 18，1 mol H_2O 的质量是 18g。

电子的质量与原子相比十分微小，可以忽略，所以离子的摩尔质量，在数值上等于该离子的化学式中所有原子的相对质量之和。例如，

1 mol H^+ 的质量是 1g；

1 mol OH^- 的质量是 17g。

综上所述，1 mol 任何物质的质量、以克(g)为单位时，数值上等于该物质的化学式量。

三、气体摩尔体积

1 mol 物质所占有的体积，称为该物质的摩尔体积。即

$$V_m = \frac{V}{n} \quad (1-2)$$

式中， V_m 表示物质的摩尔体积； V 表示 n 摩尔物质占有的体积。

对于固态或液态物质来说，压强的改变对其体积影响不大。而气体的体积与温度、压强有较密切的关系。一定量的气体，温度升高时体积增大；压强加大时体积缩小。因此，比较不同气体的体积，需在相同的温度和压强下进行。表1-1列举了几种气体在273.15K[⊖]和 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ 时的密度(ρ_0)和摩尔质量 M ，根据 M/ρ_0 即可计算出它们的摩尔体积。

表1-1 几种气态物质的摩尔体积
(273.15K和 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$)

物 质	摩尔质量 $M / \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	密度 $\rho_0 / \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	摩尔体积 $V_m / \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$
O ₂	32.00	1.43	22.36
H ₂	2.02	0.09	22.44
N ₂	28.01	1.25	22.39
Ne	20.18	0.90	22.42
NO	30.01	1.34	22.40
CO ₂	28.01	1.25	22.41

实验证明，在273.15K和 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ 时，气体的摩尔体积约为 $22.4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

⊖ K, 热力学温度单位。热力学温度与摄氏温度的换算关系是 $T = 273.15 \text{K} + \frac{t}{^\circ\text{C}} \text{K}$