



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

化学

【机电类专业适用】

○ 刘同卷 主编



化学工业出版社
教材出版中心

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化学/刘同卷主编. —北京:化学工业出版社,
2001.6
中等职业教育国家规划教材·机电类专业适用
ISBN 7-5025-3302-8

I. 化… II. 刘… III. 化学-专业学校-教材
IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 032680 号

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

化 学

(机电类专业适用)

主 编 刘同卷

责任主审 王致勇

审 稿 叶宪曾 朱炳林

责任编辑:王文峡

责任校对:顾淑云

封面设计:田彦文

*

化学工业出版社
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 13 $\frac{1}{4}$ 插页 1 字数 326 千字

2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3302-8/G·865

定 价: 13.70 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教成〔2001〕1 号）的精神，教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年五月

前 言

作为素质教育的重要基础课之一的化学课程,对培养学生具备全面科学素质具有极为重要的作用。资源利用、能源开发、环境保护和生命奥秘等当前人类社会最为关心的问题都与化学密切相关。

通过对本门课程的学习,应使学生在初中化学的基础上,进一步学习化学的基础知识、基本理论和提高基本实验技能,提高科学文化素养,也为继续学习奠定必要的基础。

全书由12章构成,总教学时数102学时。其中安排理论授课82学时,实验20学时。

编者力图使化学课程紧扣中等职业学校制造类专业培养高素质劳动者和初、中级专门人才的目标。为拓宽学生化学基础知识,提高综合文化素质起到应有的作用。

本书试图体现以下特点。

1. 以学生为主体的教学思想。根据编者多年的教学经验,在每章的开篇编排有“学习指南”,从生产或生活实际入手,提出问题,引导学生有目的的进入新知识的学习;每章中安排有演示实验,以激发学生学习兴趣,便于其学习和掌握化学知识;每章后编排有“本章小节”,总结本章的重点、难点问题及规律性结论,帮助学生消理解解和融会贯通知识。

2. 注重对学生创新能力的培养。在内容编写中注重启发学生创造性思维。章后练习编为“思考与实践”,加入社会调查、实验现象观察、分析、小制作、小设计等题目。激发学生学习化学的兴趣,引导学生在奥秘的化学世界漫游;使之更深入的了解化学。

3. 贯彻以能力为本的思想。突出理论联系实际的原则,删减繁杂内容及理论推导过程,贴近生活,贴近生产,侧重应用。在章节中插入“知识窗”,扩展知识面,介绍化学界名人、典故、新技术等,以激发学生学习化学的兴趣。

4. 加强环保意识的培养和资源合理利用的教育,提倡健康的生活方式。在有关章节加入环保和绿色生产、绿色消费、绿色化学的内容,使学生初步建立环境保护意识、健康生活意识及可持续发展的思想。

全书由北京市化工学校刘同卷任主编,潘茂椿为主审。1~4章由北京市建材学校李富强执笔,5~7章由北京钢铁学校刘桂军执笔,刘佳生、何涛参与了第5章的编写,实验部分由北京市化工学校李庆新执笔,8~12章由刘同卷执笔,于红军对8~12章的编写作了大量工作。北京市化工学校潘茂椿、于红军参与了全书的策划工作。

教育部职成司教材处、参编人员所在学校的有关领导,对教材的编写给予了大力支持,该书通过了中等职业教育教材审定委员会的审核,北京大学叶宪曾教授、北京理工大学朱炳林教授、本书责任主审王致勇审阅了全书,提出了宝贵意见和建议。化学工业出版社对该书的出版提供了许多方便的工作条件,编者在此一并致以深切的谢意。

由于编者水平有限,时间又很仓促,尽管力图完美,但错误在所难免,敬请读者不吝赐教。本书参考了大量其他专著和资料(见参考书目),谨在此向其作者致以崇高的敬意和感谢。

编者

2001.3.18 于北京

目 录

绪论	1
第一章 物质的量及其应用	3
学习指南	3
第一节 物质的量的单位——摩 [尔]	3
第二节 气体摩尔体积	5
[知识窗 1-1]气体钢瓶常识	7
第三节 物质的量浓度	8
第四节 化学方程式及其计算	9
一、化学方程式	9
二、化学方程式计算举例	10
三、热化学方程式	10
[知识窗 1-2]阿伏加德罗假说	11
本章小结	12
思考与实践	12
第二章 物质结构和元素周期律	15
学习指南	15
第一节 原子的结构	15
一、原子的组成	15
二、同位素	16
三、原子核外电子的排布	16
[知识窗 2-1]同位素的应用	17
第二节 元素周期律和元素周期表	18
一、元素周期律	18
二、元素周期表	20
三、元素周期律和元素周期表的应用	24
[知识窗 2-2]元素周期律的发现	25
第三节 化学键	26
一、离子键	26
二、共价键	27
[知识窗 2-3]稀土元素及其应用	28
本章小结	29
思考与实践	30
第三章 化学反应速率与化学平衡	33
学习指南	33
第一节 化学反应速率	33

一、化学反应速率	33
二、影响化学反应速率的因素	34
第二节 化学平衡	35
一、可逆反应和不可逆反应	35
二、化学平衡	36
三、平衡常数	36
四、影响化学平衡的因素	37
[知识窗 3-1] 化学反应速率和化学平衡移动原理在合成氨工业上的应用	38
本章小结	39
思考与实践	40
第四章 电解质溶液和氧化还原反应	42
学习指南	42
第一节 电解质溶液	42
一、强电解质与弱电解质	42
二、弱电解质的电离平衡	43
三、水的电离与溶液的 pH 值	44
[知识窗 4-1] 人体的酸碱平衡	46
四、离子反应	46
五、盐的水解	47
[知识窗 4-2] 常见灭火器	49
第二节 氧化还原反应和电化学基础	49
一、氧化还原反应	49
二、电化学基础	51
[知识窗 4-3] 科学家法拉第	57
本章小结	58
思考与实践	60
第五章 常见非金属元素及其化合物	62
学习指南	62
第一节 氯及其化合物	62
一、氯气的性质和用途	62
[知识窗 5-1] 氯气——致命的化学武器	62
[知识窗 5-2] 氯气的发现	64
二、氯离子的检验	64
三、氯气的实验室制法	64
四、漂白粉	64
五、氟、碘与人体健康	65
[知识窗 5-3] 侦探小助手——碘	65
第二节 硫及其化合物	66
一、硫	66
二、重要的含硫化合物	67

[知识窗 5-4] 话鞭炮	69
第三节 氮及其化合物	69
一、氮气的性质	69
二、重要的含氮化合物	70
[知识窗 5-5] 合成氨的发明和重要意义	72
第四节 硅及其化合物	73
一、硅	73
二、硅的化合物	73
三、硅酸盐工业简介	74
[知识窗 5-6] “神算子”和“知识库”——硅片	75
第五节 大气污染防治简介	75
一、臭氧层的保护	76
二、硫氧化物的污染与防治	76
三、氮氧化物的污染与防治	76
四、汽车尾气污染物的防治	77
[知识窗 5-7] 空气质量报告制度及其重要意义	77
本章小结	77
思考与实践	79
第六章 常见金属元素及其化合物	81
学习指南	81
第一节 钠及其化合物	81
一、钠的性质	81
[知识窗 6-1] 钠元素的发现	82
二、钠的重要化合物	82
[知识窗 6-2] 纯碱工业和侯氏制碱法	83
三、焰色反应	83
第二节 铝及其化合物	84
一、铝的性质和用途	84
二、铝的化合物	85
[知识窗 6-3] 铝对人体的危害	86
第三节 铁及其化合物	86
一、铁的性质	86
[知识窗 6-4] 铁的合金	87
二、铁的化合物	88
[知识窗 6-5] 铁与人体健康	88
三、铁离子的检验	89
四、金属回收和资源保护	89
第四节 硬水的软化	89
一、化学软化法	90
二、离子交换软化法	90

三、水中重金属的污染和防治	90
本章小结	91
思考与实践	92
第七章 金属与非金属材料	94
学习指南	94
第一节 非金属材料	94
一、非金属单质特性	94
二、非金属材料	95
[知识窗 7-1] 陶瓷也能制成刀具吗?	98
第二节 金属材料	98
一、金属的结构和特性	98
二、合金	100
三、超导材料	101
[知识窗 7-2] 纳米材料是怎样诞生的?	102
本章小结	102
思考与实践	103
第八章 有机化合物的基本概念和烃	104
学习指南	104
第一节 有机化合物的基本概念	104
一、有机化合物的特性	104
[知识窗 8-1] 碳	105
二、有机化合物的分类	106
三、有机化合物的结构	106
第二节 甲烷与烷烃	108
一、甲烷	108
二、烷烃	110
第三节 乙烯与烯烃	112
[知识窗 8-2] 石油化工发展水平的标志——乙烯	112
一、乙烯	113
二、烯烃	114
第四节 乙炔与炔烃	115
[知识窗 8-3] 特种乙炔弹	115
一、乙炔	115
二、炔烃	116
第五节 苯	117
一、苯	117
二、苯的同系物	118
本章小结	119
思考与实践	120
第九章 烃的衍生物	122

学习指南	122
第一节 乙醇	122
[知识窗 9-1] 酒之精华, 带给人们的不仅是醇香	122
一、乙醇的来源和制法	123
二、乙醇的性质和用途	123
三、其他重要的醇	124
第二节 乙醛	125
一、乙醛的制法	125
二、乙醛的性质和用途	125
三、其他重要的醛	126
第三节 乙酸	126
一、乙酸的来源和制法	127
二、乙酸的性质和用途	127
三、其他重要的羧酸	127
[知识窗 9-2] 我国纳米材料研究再创世界第一	128
第四节 烃的其他衍生物	128
一、氯乙烷的性质与用途	128
二、丙酮的性质与用途	129
三、乙酸乙酯的性质与用途	129
四、苯酚的性质与用途	130
五、硝基苯的性质与用途	131
六、化学致癌物	132
[知识窗 9-3] 绿色化学	133
本章小结	133
思考与实践	134
第十章 食品营养与化学	136
学习指南	136
第一节 油脂	136
一、油脂的组成	136
二、油脂的性质	137
三、肥皂和合成洗涤剂	137
第二节 碳水化合物	138
一、单糖	138
二、低聚糖	139
三、多糖	140
第三节 蛋白质	140
一、蛋白质的组成	141
二、蛋白质的性质	141
[知识窗] 先有鸡还是先有蛋	142
第四节 营养与膳食平衡	142

一、膳食平衡·····	143
二、影响膳食平衡的因素·····	143
三、保持膳食平衡的方法·····	143
四、科学用水·····	144
第五节 食品添加剂·····	144
本章小结·····	145
思考与实践·····	146
第十一章 聚合物与合成材料 ·····	147
学习指南·····	147
第一节 聚合物的基本概念·····	147
一、聚合物的特性·····	148
二、聚合物的结构·····	149
三、聚合物的合成反应·····	150
四、聚合物的结构与性质·····	150
[知识窗 11-1] 液晶聚合物材料·····	152
第二节 合成材料的性能和用途·····	153
一、塑料·····	153
[知识窗 11-2] 更高, 更远, 更快!·····	155
二、合成橡胶·····	156
[知识窗 11-3] 热塑性橡胶·····	157
三、合成纤维·····	157
[知识窗 11-4] 乳酸纤维——医用缝合线·····	160
四、新型聚合物材料·····	160
[知识窗 11-5] 高吸水性聚合物·····	161
[知识窗 11-6] 谨防“白色污染”·····	162
五、废弃聚合物材料的回收与利用·····	162
[知识窗 11-7] 研究自然降解型高聚物·····	164
本章小结·····	164
思考与实践·····	165
第十二章 化学与能源 ·····	167
学习指南·····	167
第一节 石油与煤·····	167
一、石油的组成和分类·····	167
[知识窗 12-1] 石油和天然气的成因·····	168
二、石油制品的用途和性质·····	168
[知识窗 12-2] 国产汽油的主要质量指标·····	170
三、煤炭资源及其利用途径·····	171
[知识窗 12-3] 煤化过程·····	172
第二节 核能与化学电源·····	174
一、核能·····	174

二、化学电源·····	176
第三节 新能源的开发与利用·····	176
一、太阳能利用·····	176
二、氢能源利用·····	177
三、绿色电池·····	178
四、生物质能·····	178
第四节 能量转换中的化学过程·····	179
一、能量转换中的化学过程·····	179
二、节能·····	180
[知识窗 12-4]《石油危机与石油输出国组织欧佩克(OPEC)》·····	180
本章小结·····	180
思考与实践·····	181
实验·····	182
化学实验基本操作方法·····	182
实验一 配制一定物质的量浓度的溶液·····	185
实验二 元素周期表中元素性质递变规律·····	186
实验三 化学反应速率和化学平衡·····	187
实验四 电解质溶液和 pH 值·····	188
实验五 金属的电化学腐蚀·····	189
实验六 氯及其化合物的性质·····	189
实验七 硫及其化合物的性质·····	190
实验八 氮及其化合物的性质·····	191
实验九 钠及其化合物的性质·····	192
实验十 金属铝和铁的性质·····	193
实验十一 烃的制法和性质·····	194
实验十二 烃的衍生物·····	196
实验十三 电化学实验·····	197
实验十四 胶粘剂的配制与应用·····	197
化学实验报告(供参考)·····	199
附录·····	200
附录 1 有关计量单位·····	200
附录 2 国际相对原子质量表·····	201
附录 3 酸、碱和盐的溶解性表(20℃)·····	202
参考书目·····	204

绪 论

化学是一门研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。千百万种化合物所构成的浩瀚物质世界，其实只是由为数不多的几十种常见元素所组成。化合物之间的差别，仅在于元素的种类，原子的数目和原子组成分子时方式的不同而已。世界是物质的，物质是运动的。化学反应千变万化，反应条件各不相同，但是化学反应所遵循的基本定律却屈指可数。

物质世界的变化丰富多彩，究其实质而言，只有两类变化。一类是不产生新物质，只有物质状态发生变化的物理变化，如通常情况下，水的气、液、固三态间的变化；另一类是生成性质不同的新物质的化学变化，如一些金属的锈蚀、各种燃料的燃烧等。要想正确认识客观世界的自然现象及其变化规律，就必须掌握最基本的化学知识，这些知识应该是学生全面科学素质的一部分。

环境、能源、信息、材料和生命科学等 21 世纪社会最为关注的问题，都与化学有着密不可分的关系。可以这样说，化学为现代社会的建立和发展作出了巨大的贡献，为其他学科和新技术的发展提供了必不可少的基础条件。如果没有化学和化工，就不会有高度发达的工业、农业、航空、航天、军工和电子工业等。

化学的基本理论，基本概念，实验方法以及分析测试技术不仅为化学科学自身的发展奠定了十分重要的基础，而且也与其他自然科学的发展和现代工农业生产、国防建设发挥了十分重要的作用。

但在实际生活中，在许多现代人的心目中，化学似乎是造成环境污染、危害人类健康的罪魁祸首。化学究竟是一门什么样的科学，是人们一直在思索和争论的问题。得到大多数人认可的观点是化学为人类的发展和进步已经而且还将继续作出不可替代的贡献，人类不能没有化学，人类需要化学。但是，客观存在的化工生产污染对人类赖以生存的环境的破坏确实是不容置疑的。即在承认化学的巨大贡献的同时，决不可以忽视它的负面作用，必须慎重对待，认真解决由于化工生产而带来的环境污染问题。大力推行绿色化学，实行低排放或零排放，把传统化学及其工业改造为绿色化学及其工业，让化学更好地为人类服务。其实，任何科学都是一柄双刃剑，既存在有利的一面，也存在不利的一面，化学当然也不会例外，关键在于人类怎样掌握化学科学。应该兴其利、除其弊，尽可能地降低化工生产和化工产品对环境的污染，让天更蓝，水更清并不是一个不可能实现的梦想。

随着社会的进步，物质生活的丰富，人们越来越渴望健康的生活，人体健康和哪些因素有关，怎样才能健康长寿是人们都关注的问题。化学知识可以告诉人们保持膳食平衡、合理补充微量元素和矿物质、科学饮水再加上适度的运动就可以实现健康的愿望。许多有害的化学成分是致癌的重要原因，一定的化学知识可以使人们了解化学致癌物，以便远离它们，这样既可以科学地提高生活质量，又可以避免由此而带来的危害。

21 世纪是知识爆炸的时代，新知识、新技术、新产品等层出不穷，社会变化日新月异。化学与其他学科的相互交叉与渗透日益密切，通过化学的学习，了解与之相关的科技知识，丰富学生的知识面，开阔学生的眼界，增强其创新思维意识，从整体上看是非常必要的。同时也可以培养学生用化学的观点观察、分析其他专业工作中的化学问题，为今后的学习和工

作打下一定的化学基础。

可持续发展的道路是当今社会的必然选择，人类必须珍惜资源、合理利用资源，科学使用能源，开发和推广使用新能源、新材料，才会有灿烂的明天。化学也可以为此而发挥自己的作用，为人类作出新的贡献。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

化学学科的产生和发展史告诉我们，化学是一门实践性很强的学科，实践-认识-再实践的辩证唯物主义世界观对于提高学生的科学精神、创新精神、敬业精神是十分有益的。希望本《化学》既能把化学的最基本理论、基本概念、实验方法介绍给大家，又能起到扩展科技视野，增强其文化素质和全面科技能力，使之了解化学的现状和明天的作用。

第一章 物质的量及其应用

学习指南

自然界里存在的形形色色的物质都是由原子、分子、离子等微观粒子构成的，而这些单个的微观粒子是肉眼看不见的，也是难于称量的。但是，在实际的生产和科学实验中，取用的物质不论是单质还是化合物，都是看得见的、可以称量的。为了在微观粒子和宏观物质之间架起一座桥梁，很需要一个物理量把肉眼看不到的微粒与可称量的宏观物质联系起来，这个物理量就是物质的量（符号 n ）。物质的量的单位是摩[尔]，它广泛应用于科学研究、工农业生产等方面。在基础化学中，有关物质的量的计算处于非常重要的核心地位。所以，要重视对物质的量的学习和理解，学会使用摩[尔]这个基本单位。

本章学习要求：

掌握物质的量及其单位——摩[尔]

理解摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度

掌握有关物质的量的简单计算

了解热化学方程式

第一节 物质的量的单位——摩[尔]

物质的量是国际单位制中七个基本物理量之一，像其他物理量如长度、时间一样，也有它的国际单位和符号。

一、摩[尔]

摩[尔]（符号 mol）是物质的量的单位，每摩尔物质中的基本单元数目与 0.012kg 碳-12 所含的原子数目相等。使用“摩[尔]”这个单位时，必须指明基本单元——可以是分子、原子、离子、电子、质子及其他粒子，或是这些粒子的特定组合。

由定义可知，凡是物质中所含的微观粒子数目与 12g 碳-12 的原子数目相等时，该物质的量就是 1mol。那么，12g 碳-12 所含原子数目是多少呢？根据实验测定：12g 碳-12 含有 6.02×10^{23} 个碳原子，这个数值也叫阿伏加德罗常数（符号 N_A ）。所以，1mol 任何物质中都含有阿伏加德罗常数个微观粒子。例如：

1mol 的铁原子含有 6.02×10^{23} 个铁原子；

1mol 的氮分子含有 6.02×10^{23} 个氮分子；

1mol 的氢氧根含有 6.02×10^{23} 个氢氧根；

2mol 的硫酸分子含有 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个硫酸分子；

10 mol 氢原子含有 $10 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个氢原子；

由此可推出：

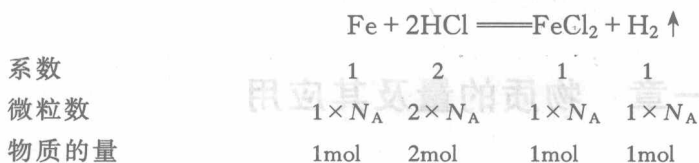
物质中的微粒数 = 物质的量 $\times$ 阿伏加德罗常数

即：

$$N = nN_A$$

阿伏加德罗常数是个很大的数值，但是应用摩[尔]来衡量物质的量，在科学技术和化学计算等方面带来了很大的方便。例如：从化学反应中反应物和生成物之间的原子、分子等

微粒数的比值，可以知道他们之间物质的量之比。



二、摩尔质量

元素的相对原子质量是以碳-12 原子质量的 $1/12$ 为标准，其他元素原子的质量与他相比较所得的数值。因为实验测得，1mol 碳-12 的质量是 12g，即 6.02×10^{23} 个碳原子的质量为 12g，由此可以推算 1mol 任何原子的质量。

1 个碳原子和 1 个氮原子的质量之比是 12:14，1mol 碳原子和 1mol 氮原子的质量之比仍是 12:14，而 1mol 碳原子的质量是 12g，那么 1mol 氮原子的质量就是 14g。由此可以得出，1mol 任何原子的质量就是以克为单位，数值上等于这种原子的相对原子质量。例如：

氢原子的相对原子质量为 1，则 1mol 氢原子的质量为 1g；

硫原子的相对原子质量为 32，则 1mol 硫原子的质量为 32g；

镁原子的相对原子质量为 24，则 1mol 镁原子的质量为 24g；

同理可以推出：1mol 任何物质的质量，就是以克为单位，数值上等于这种物质的式量。

例如：

氧气的式量为 32，则 1mol 氧气的质量是 32g；

硫酸的式量为 98，则 1mol 硫酸的质量是 98g；

氢氧化钠的式量为 40，则 1mol 氢氧化钠的质量是 40g；

硫酸铜的式量为 160，则 1mol 硫酸铜的质量是 160g；

由于电子的质量非常小，原子失去或得到的电子的质量可以忽略不计，因此可以推知 1mol 任何离子的质量。

1mol 氢离子的质量为 1g；

1mol 氯离子的质量为 35.5g；

1mol 硫酸根的质量为 96g；

总之，摩[尔]像一座桥梁把微观粒子与可称量的宏观物质之间联系起来。

单位物质的量其物质所具有的质量，叫做该物质的摩尔质量（符号 M ）。其常用单位是 g/mol。

铁（Fe）的摩尔质量是 58.85g/mol；

氮气（ N_2 ）的摩尔质量是 28g/mol；

硫酸（ H_2SO_4 ）的摩尔质量是 98g/mol；

氯化钠（NaCl）的摩尔质量是 58.5g/mol；

胆矾（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）的摩尔质量是 250g/mol。

由此可以推出：

$$\text{物质的质量} = \text{物质的量} \times \text{摩尔质量}$$

即：

$$m = nM$$

三、有关计算举例

【例 1-1】1.5mol 镁原子的质量是多少克？

解：镁原子的相对原子质量是 24，其摩尔质量是 24g/mol

$$m = nM = 1.5\text{mol} \times 24\text{g/mol} = 36\text{g}$$

答：1.5mol 镁原子的质量是 36g。

【例 1-2】88g 二氧化碳物质的量是多少摩尔？其中含有多少个二氧化碳分子？

解：(1) 二氧化碳的摩尔质量是 44g/mol

$$n = \frac{m}{M} = \frac{88\text{g}}{44\text{g/mol}} = 2\text{mol}$$

$$(2) N = n \times N_A = 2\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} \\ = 1.20 \times 10^{24}$$

答：88g 二氧化碳物质的量是 2mol，其中含有 1.20×10^{24} 个分子。

【例 1-3】1.4g 某气体（化学式为 X_2 ），其物质的量是 0.05mol，则 X 的相对原子质量是多少？

解：

$$M = m/n = \frac{1.4\text{g}}{0.05\text{mol}} \\ = 28\text{g/mol}$$

X_2 的式量为 28，则 X 的相对原子质量为 $28/2 = 14$

答：X 的相对原子质量是 14。

第二节 气体摩尔体积

一、气体摩尔体积

1mol 任何物质都含有相同数目的微观粒子。那么，1mol 各种物质的体积是否相同呢？对于固态或液态的物质来说，如图 1-1、图 1-2 所示。

20℃ 时，1mol 铁原子的体积是 7.1cm^3 ；1mol 铝原子的体积是 10cm^3 ；1mol 铅原子的体积是 18.3cm^3 ；1mol 水分子的体积是 18cm^3 ；1mol 硫酸的体积是 54.1cm^3 。

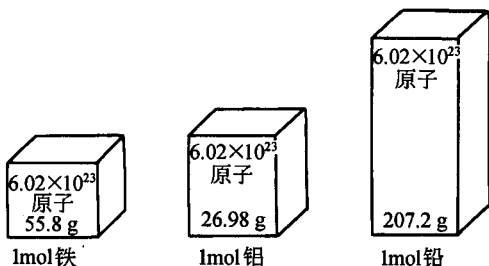


图 1-1

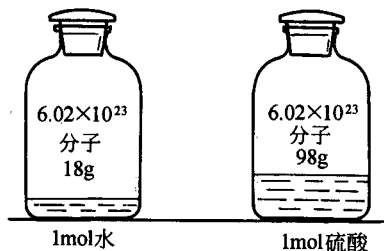


图 1-2

1mol 固体物质或液态物质体积是不相同的，为什么呢？这是因为构成固态或液态物质的微粒间的距离非常小，1mol 物质的体积主要决定于原子、分子或离子本身体积的大小。构成不同物质的微粒的大小是不同的，所以 1mol 物质的体积也就有所不同。

但是对于气体来说，情况就不相同了。先分别计算在标准状况下（温度 0℃，压力 101.325kPa）1mol 氢气、氧气和二氧化碳的体积，三种气体的密度分别为 0.0899g/L、1.429g/L、1.977g/L，计算如下：

$$1\text{mol 氢气的体积} \quad V = \frac{m}{\rho} = \frac{1\text{mol} \times 2.016\text{g/mol}}{0.0899\text{g/L}} = 22.4\text{L}$$

1mol 氧气的体积

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1\text{mol} \times 32\text{g/mol}}{1.429\text{g/L}} = 22.4\text{L}$$

1mol 二氧化碳的体积

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1\text{mol} \times 44\text{g/mol}}{1.977\text{g/L}} = 22.3\text{L}$$

经过大量实验证明：在标准状况下，单位物质的量气体所占的体积都约为 22.4L，这个体积称为气体摩尔体积（符号 V_m ）。如图 1-3。

由定义得出：

$$\text{标准状况下气体的体积(L)} = \text{物质的量(mol)} \times \text{气体摩尔体积(L/mol)}$$

即：

$$V = nV_m$$

为什么 1mol 固体、液体的体积各不相同，而 1mol 的气体在标准状况下所占的体积相同呢？这是因为气体的分子在较大的空间里迅速地运动着，分子间的距离（约 $4 \times 10^{-9}\text{m}$ ）是分子直径（约 $4 \times 10^{-10}\text{m}$ ）的 10 倍左右，这样任何一种气态物质的体积要比它在液态或固态时大 1000 倍左右。如图 1-4 所示。这样就可以推知，气体的体积主要决定于分子间的平均距离，而不像液体或固体那样决定于分子本身的大小。

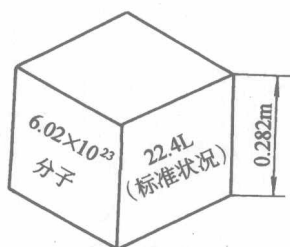


图 1-3 气体摩尔体积



图 1-4 固体、液体与气体的分子间距离比较示意图

温度和压强对气体的体积影响比较大。温度升高，气体分子间的平均距离增大；反之，气体分子间的平均距离减小。压强增大时，气体分子间的平均距离减小；反之，气体分子间的平均距离增大。所以，在同温同压下，各种气体分子间的平均距离是相等的，相同数目的气体分子所占据的体积也是相同的。例如在标准状况下，任何气体的摩尔体积都约为 22.4L/mol（分子）。

二、气体摩尔体积的有关计算

【例 1-4】56g 一氧化碳在标准状况下的体积是多少升？

解：一氧化碳的摩尔质量是 28g/mol

$$n = \frac{m}{M} = \frac{56\text{g}}{28\text{g/mol}} = 2\text{mol}$$

$$V = nV_m = 2\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 44.8\text{L}$$

答：一氧化碳在标准状况下的体积是 44.8L。

【例 1-5】标准状况下，11.2L 氧气的质量是多少克？

解：氧气的摩尔质量是 32g/mol

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{11.2\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.5\text{mol}$$

$$m = n \times M = 0.5\text{mol} \times 32\text{g/mol} = 16\text{g}$$

答：11.2L 氧气的质量是 16g。

【例 1-6】在标准状况下，测得 0.96g 某气体的体积为 336ml，计算该气体的相对分子质量？