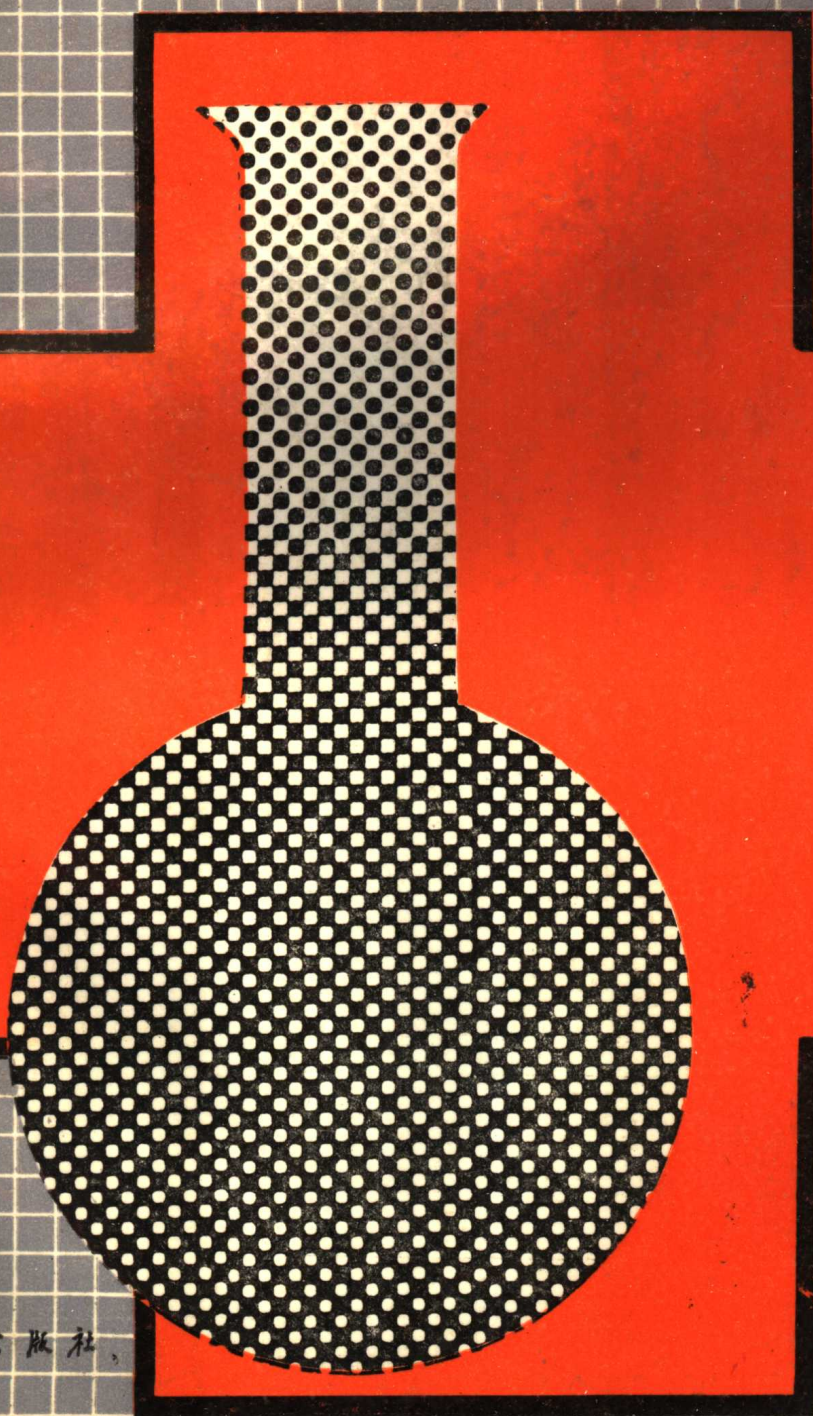


● 中等专业学校试用教材

化学

● 「医护类专业通用」

● 戴顺喜主编



高等教育出版社

内 容 简 介

本教材是为配合医护类中等专业学校教学的需要而编写的。教材内容强调化学与临床实际相结合,体现了化学与医学紧密联系并为医学服务的特点,在理论教学、演示实验、学生实验三者有机地结合的基础上突出实验教学。本教材内容包括无机化学六章、有机化学九章、学生实验 15 个,每章都附有总练习题、内容提要。

本教材可供培养护士、医士的中等专业学校作教学用书,也可供医护工作者参考。

本书经江佩芬教授和刘文基高级讲师审稿。

中等专业学校试用教材

化 学

【医护类专业通用】

戴顺喜 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

上海市印刷四厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 12.25 插页 1 字数 275,000

1991 年 5 月第 1 版 1991 年 5 月第 1 次印刷

印数 00,001—10,120

ISBN 7-04-002675-9/O·1017

定价 3.75 元

编写说明

随着我国医护事业的迅速发展,迫切需要培养大量牢固掌握化学基本知识和基本操作技能的合格中等医护人员。为此,编写一本符合医护类中等专业学校人才培养目标要求和适合学生学习特点的化学教材势在必行。近年来,北京医护类中等专业学校的化学教师在这方面做了许多研究、探索工作,并结合医学实际和化学教学特点编写了这本教材。经过一年的试用,在1990年全国医护类中等专业学校化学教学教材研讨会上得到了肯定。

本教材内容包括无机化学六章,有机化学九章,学生实验15个。

本教材强调化学与临床实际相结合,体现了化学与医学紧密联系并为医学服务的特点,在理论教学、演示实验、学生实验三者有机地结合的基础上突出实验教学;本教材为了照顾到中专学生的年龄特点和认识问题的能力,在内容安排上,注意遵循由浅入深,由感性到理性,由个别到一般的认识规律,如此安排既有利于教师备课、讲课,又有利于学生理解、接受,并有利于培养学生的学习能力和实际工作能力。本教材在每节后附有思考题、习题;每章后有总练习题、内容提要,便于学生复习、巩固。

本书由戴顺喜主编,其他编写人员有杨曼蓉、沃国箴、章枚、海兆林。

在编写过程中,聘请了中日友好医院卫生学校校长刘晓勤、北京中等专业学校化学教学研究会秘书长汪士范担任顾问,同时还得到了北京中医学院、中日友好医院卫生学校的大力支持,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,错误在所难免,敬请批评指正。

编 者

1990年8月

目 录

绪言	1
第一章 摩尔	2
第一节 摩尔	2
一、摩尔	2
二、摩尔质量	2
第二节 气体摩尔体积	4
一、气体摩尔体积	4
二、关于气体摩尔体积的计算	5
总练习题	6
内容提要	7
第二章 溶液	8
第一节 分散系 ¹	8
一、分子或离子分散系(真溶液)	8
二、胶体分散系(胶体溶液)	8
三、粗分散系(悬浊液和乳浊液)	8
第二节 溶液的浓度	9
一、百分浓度	9
二、摩尔浓度	10
第三节 浓度的换算及溶液的配制	11
一、浓度的换算	11
二、溶液的配制	12
三、溶液的稀释	12
第四节 胶体溶液和高分子化合物	
溶液	14
一、胶体溶液	14
二、高分子化合物溶液	15
第五节 溶液的渗透压	16
一、渗透现象和渗透压	16
二、渗透压与溶液浓度的关系	17
三、渗透压在医学上的意义	17
总练习题	18
内容提要	19
第三章 卤素	21
第一节 氯气	21

一、氯气的性质	21
二、氯气的用途	23
第二节 卤族元素和金属卤化物	23
一、卤素的原子结构及其单质的物理性质	23
二、卤素单质的化学性质	24
三、金属卤化物	26
总练习题	26
内容提要	27
第四章 物质结构和元素周期律	28
第一节 原子核	28
一、原子核	28
二、同位素	28
第二节 原子核外电子的运动状态	
和排布	29
一、电子云	29
二、核外电子的运动状态	29
三、核外电子的排布	31
四、原子结构与元素性质的关系	33
第三节 元素周期律和元素周期表	34
一、元素周期律	34
二、元素周期表	35
三、元素周期律和元素周期表的意义	36
第四节 化学键	38
一、离子键	39
二、共价键	39
三、配位键	41
四、氢键	42
第五节 络合物	43
一、络合物的概念	43
二、络合物的组成	43
三、络合物的命名	44
第六节 氧化还原反应	45
一、氧化还原反应	45
二、氧化剂和还原剂	45

总练习题	46	一、甲烷(CH_4)	73
内容提要	47	二、烷烃(饱和链烃)	75
第五章 化学反应速度和化学平衡	49	三、环烷烃	78
第一节 化学反应速度	49	第三节 乙烯、乙炔与不饱和链烃	78
一、化学反应速度表示法	49	一、乙烯	79
二、有关反应速度的碰撞理论简介*	49	二、乙炔	80
三、影响反应速度的因素	49	三、不饱和链烃(烯烃和炔烃)	82
第二节 化学平衡	51	第四节 苯与芳香烃	84
一、可逆反应和化学平衡	51	一、苯	84
二、化学平衡的移动	52	二、苯的同系物	86
总练习题	54	三、蔡、蒽、菲	87
内容提要	55	第五节 卤代烃	88
第六章 电解质溶液	57	一、一卤代烷的性质	89
第一节 强电解质和弱电解质	57	二、几种常见的卤代烃	89
一、强电解质和弱电解质	57	总练习题	89
二、弱电解质的电离平衡	58	内容提要	90
第二节 溶液的酸碱性	60	第八章 醇、酚、醚	91
一、水的电离	60	第一节 醇	91
二、溶液的酸碱性和 pH 值	61	一、乙醇	91
第三节 酸碱滴定	63	二、醇类	92
第四节 离子反应	65	第二节 酚	96
一、离子反应和离子方程式	65	一、苯酚	96
二、离子反应发生的条件	65	二、酚类	93
第五节 盐的水解	67	第三节 醚	99
一、弱酸和强碱所形成的盐	67	一、乙醚	99
二、强酸和弱碱所形成的盐	68	二、醚的结构和命名	99
三、弱酸和弱碱所形成的盐	68	总练习题	100
四、强酸和强碱所形成的盐	68	内容提要	100
第六节 缓冲溶液	69	第九章 醛和酮	102
一、缓冲作用和缓冲溶液	69	第一节 乙醛	102
二、缓冲溶液的组成	69	一、乙醛的物理性质	102
三、缓冲作用原理	70	二、乙醛的化学性质	102
四、缓冲溶液在医学上的意义	70	第二节 醛类	103
总练习题	71	一、醛的结构	103
内容提要	71	二、醛类的命名	103
第七章 烃	73	三、醛类的化学性质	104
第一节 有机化合物概述	73	四、重要的醛	104
一、有机化合物	73	第三节 丙酮和酮类	105
二、有机化合物的特性	73	一、丙酮的结构和性质	105
第二节 甲烷与烷烃	73	二、丙酮的临床意义	105

三、酮类	105
总练习题	106
内容提要	107
第十章 羧酸、羟基酸和酮酸	108
第一节 羧酸	108
一、乙酸	108
二、羧酸	109
第二节 羟基酸和酮酸	112
一、羟基酸	112
二、酮酸	113
第三节 旋光异构现象*	114
一、偏振光和物质的旋光性	114
二、旋光异构现象	115
三、旋光性与化学结构的关系	116
总练习题	116
内容提要	117
第十一章 酯和脂类	118
第一节 酯	118
一、酯的结构和命名	118
二、酯的性质	118
第二节 油脂	119
一、油脂的组成和结构	119
二、油脂的性质	120
三、油脂的乳化	121
第三节 类脂	122
一、磷脂	122
二、固醇	123
总练习题	124
内容提要	125
第十二章 糖类	126
第一节 单糖	126
一、葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)	126
二、果糖	130
三、核糖和脱氧核糖	131
第二节 双糖	132
一、蔗糖	132
二、麦芽糖	132
第三节 多糖	133
一、淀粉	133
二、糖元	133

三、纤维素	134
总练习题	134
内容提要	134
第十三章 胺和酰胺	136
第一节 胺	136
一、胺的结构和分类	136
二、胺的命名	137
三、苯胺	137
四、胺的化学性质	139
五、季铵盐和季铵碱	139
第二节 酰胺	140
一、酰胺的结构和命名	140
二、酰胺的性质	141
三、尿素	142
总练习题	143
内容提要	143
第十四章 杂环化合物和生物碱	145
第一节 杂环化合物	145
一、杂环化合物	145
二、杂环化合物的分类和命名	146
三、几种常见的杂环化合物	146
第二节 生物碱	147
一、生物碱的一般性质	147
二、常见的几种生物碱	147
总练习题	149
内容提要	149
第十五章 氨基酸和蛋白质	150
第一节 氨基酸	150
一、氨基酸的结构和分类	150
二、氨基酸的性质	150
第二节 蛋白质	154
一、蛋白质的组成和结构	154
二、蛋白质的性质	155
三、蛋白质的分类	158
总练习题	158
内容提要	159
学生实验部分	161
化学实验室规则	161
一、实验规则	161
二、实验室安全规则	161

实验一	化学实验基本操作	162
实验二	溶液的配制	165
实验三	卤素	166
实验四	同周期、同主族元素性质的递变	167
实验五	化学反应速度和化学平衡	168
实验六	电解质溶液	169
实验七	酸碱滴定	171
实验八	烃	173
实验九	醇和酚	174
实验十	醛和酮	175

实验十一	羧酸	175
实验十二	糖类	177
实验十三	胺和酰胺	178
实验十四	蛋白质	179
实验十五	实验习题	180
附录一	常用化学仪器图	183
附录二	物质溶解性表(20°C)	184
附录三	几种试剂的配制方法	185
附录四	常用法定计量单位及换算表	185
附录五	教学时数分配	186
	元素周期表	187

绪 言

自然界是由客观存在的物质所构成的。我们呼吸的空气、饮用的水、吃的食物、穿的衣服、住的房屋、服用的药物,以及微观世界的基本微粒,如电子、质子、中子、光子等都是物质。物质和运动是不可分的,一切物质都在永恒不停地运动着,运动是物质存在的形式。物质的运动形式是多种多样的,例如:物理的运动形式、化学的运动形式、生物的运动形式等。各种运动形式有着密切的联系,并在一定条件下可以相互转化。自然科学是研究物质及其运动规律的。化学是在分子、原子或离子等层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门自然科学。

化学同工农业生产、国防建设和科学技术的进步有密切的关系。近年来,我国化学科学和化学工业得到了迅速发展。我国的化学工作者在一些重要领域内取得高水平的成就。于1965年首先人工合成了具有生物活性的蛋白质——牛胰岛素,1981年又成功地合成了具有生物活性的酵母丙氨酸转运核糖核酸。

化学是许多学科的基础,化学和医学的关系十分密切。概括地说,医学是预防和治疗疾病的科学。医学的研究对象是人体,而人体是由蛋白质、脂肪、糖、无机盐和水等物质组成的。人体的生命过程存在着极其复杂的物质变化过程。例如,食物的消化、吸收等都包含着化学变化过程;人体的一切生理现象和病理现象都和体内的化学变化有关。因此,为了学习生理学、生物化学、病理学等医学基础课就必须具有一定的化学知识。另一方面,在防治疾病时,需要使用药物,而药物的药理作用又多与药物的化学结构和化学性质有密切关系。同时药物的合成和中草药有效成分的提取、鉴定等,也都需要丰富的化学知识。此外,为了帮助诊断疾病,还常常运用化学原理和方法进行血、尿、胃液等的检验。在医护工作中,如所遇到的药物浓度的计算和药液的配制、消毒灭菌原理、给药途径和给药方法与药物的物理化学性质的关系,冰袋和石膏绷带的使用等方面都需要了解并掌握一定的化学知识。所以对于中等卫生专业人员来说,化学不单是一门普通文化课,也是一门重要的基础课。

学习化学与学习其它学科一样,要逐步学会运用辩证唯物主义的观点和方法,全面地、发展地认识和分析问题。要坚持理论联系实际的原则。化学是一门实验性很强的科学,许多化学的原理和理论都是建立在实验基础上的,所以要在重视化学基本概念、基本知识和基本理论学习的同时,重视实验学习。在教师演示实验和学生分组实验中,要注意培养观察能力、操作能力、分析、推理的能力和书写实验报告的能力。注意培养科学态度和求实的作风。在课堂学习中,要善于听讲,在理解的基础上进行记忆。要定期归纳总结,通过比较、分析,使知识系统化,这是学习化学的重要方法。

总之,为了学好医学基础课和临床课,将来能担负起四个现代化建设的任务,同学们要努力学习好化学,将来成为一名合格的医护人员。

第一章 摩 尔

第一节 摩 尔

一、摩尔

我们知道,物质之间的反应,是按照一定个数的原子、分子或离子来进行的。原子、分子、离子这些构成物质的微粒都很小,不仅肉眼看不见,也难于称量,而实践上又是以可称量的物质进行反应。所以,很需要把微粒和可称量的物质联系起来。

怎样联系起来呢?就是要建立一种物质的量的基本单位,这个单位是含有相同数目的原子、分子、离子等的集体。那么采取多大的集体作为物质的量的单位呢?

近年来,科学上应用 0.012kg (即 12g) 碳-12^① 中所含碳原子数作为计量物质的量的单位。据实验测得 12g 碳-12 约含 6.02×10^{23} 个碳原子。这个数值就是阿伏加德罗常数。

摩尔是表示物质的量的单位,简称摩,符号 mol 。每摩尔物质都含有阿伏加德罗常数个微粒。微粒可以是分子、原子、离子、电子等等。例如:

1mol 碳原子含有 6.02×10^{23} 个碳原子。

1mol 氢原子含有 6.02×10^{23} 个氢原子。

1mol 氧分子含有 6.02×10^{23} 个氧分子。

1mol 水分子含有 6.02×10^{23} 个水分子。

1mol 氢离子含有 6.02×10^{23} 个氢离子。

同理, 2mol 氢离子和 2mol 氧分子都含有 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个微粒,只是微粒的种类不同。由此得知,物质的量是表示组成物质的微粒数目多少的物理量,它是以阿伏加德罗常数为计数单位的。某种物质中所含微粒数是阿伏加德罗常数的多少倍,则该种物质的物质的量就是多少摩尔。物质的量(mol)相等的任何物质,它们所包含的微粒数目一定相等。物质的量和微粒数目之间的关系可用下式表示:

$$\text{物质的量} = \frac{\text{物质所含微粒数}}{6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}}$$

二、摩尔质量

1 摩尔物质的质量叫做摩尔质量。摩尔质量的单位是 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 常用 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示。

因为 1mol 碳-12 的质量是 12g , 即 6.02×10^{23} 个碳原子的质量。由此可以推算出 1mol

① 碳-12 就是原子核中有 6 个质子和 6 个中子的碳原子。

任何原子的质量。例如：1个碳原子的质量和1个氧原子的质量比是12:16。1mol碳原子和1mol氧原子所含有的原子数目相等，都是 6.02×10^{23} 。1mol碳原子质量是12g，那么1mol氧原子质量就是16g。

可见，1mol任何原子的质量就是以g为单位，数值上等于该种原子的原子量。例如：氢原子的原子量①是1，1mol氢原子的质量是1g。硫原子的原子量是32，1mol硫原子的质量是32g。铜原子的原子量是63.55，1mol铜原子的质量是63.55g。

同样可以推算，1mol任何分子的质量，就是以g为单位，数值上等于该种分子的分子量②。例如：氢气的分子量是2，1mol氢分子的质量是2g。二氧化碳的分子量是44，1mol二氧化碳分子的质量是44g。水的分子量是18，1mol水分子的质量是18g。

同样可以推算，1mol任何离子的质量，就是以g为单位，在数值上等于组成这种离子的各原子的原子量之和。由于电子的质量很小，失去或得到的电子的质量可以略去不计。例如：1mol氢离子的质量是1g。1mol氢氧根离子的质量是17g。

对于离子化合物，也可以同样推算，如1mol氯化钠的质量是58.5g。

总之，物质的量象一座桥梁把单个的肉眼看不见的微粒和很大数目的微粒集体，以及可称量的物质之间联系起来了。

根据某物质的摩尔质量可以计算出该物质的质量；也可以计算出一定质量的某物质其物质的量是多少摩尔。物质的量、物质的质量和摩尔质量之间的关系可以用下式表示：

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

或

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

【例题1】 127.1g铜是多少摩尔铜？

【解】 铜的原子量是63.55，铜的摩尔质量是 $63.55\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\text{物质的量} = \frac{127.1\text{g}}{63.55\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2\text{mol}$$

答：127.1g铜物质的量是2mol。

【例题2】 0.5mol硫酸的质量是多少克？

【解】 硫酸的分子量是98，硫酸的摩尔质量是 $98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\text{物质的质量} = 98\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.5\text{mol} = 49\text{g}$$

答：0.5mol硫酸的质量是49g。

【例题3】 3.65g氯化氢中含有多少个氯化氢分子？

【解】 氯化氢的分子量是36.5，氯化氢的摩尔质量是 $36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\text{物质的量} = \frac{3.65\text{g}}{36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1\text{mol}$$

$$\text{氯化氢分子数} = 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1} \times 0.1\text{mol} = 6.02 \times 10^{22}$$

答：3.65g氯化氢中含有 6.02×10^{22} 个氯化氢分子。

【例题4】 32g氧气和6g氢气，哪个含分子数目多？

① 根据国家标准的规定应称之为“相对原子质量”，本书仍沿用以前的名称。

② 根据国家标准的规定应称之为“相对分子质量”，本书仍沿用以前的名称。

[解] 氧气的分子量是 32, 氧气的摩尔质量是 $32\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。氢气的分子量是 2, 氢气的摩尔质量是 $2\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

$$32\text{g 氧气的物质的量} = \frac{32\text{g}}{32\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 1\text{mol}$$

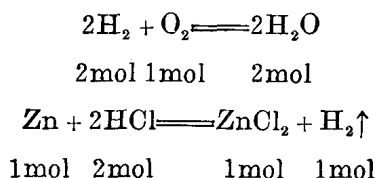
$$6\text{g 氢气的物质的量} = \frac{6\text{g}}{2\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 3\text{mol}$$

可见, 6g 氢气所含氢气的分子数目是 32g 氧气所含氧气分子数目的 3 倍。

答: 6g 氢气所含分子的数目比 32g 氧气所含分子的数目多。

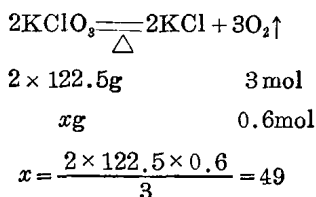
在实际应用中, 有时还采用毫摩尔作为物质的量的单位。1mmol 就是 1mol 的千分之一。即 $1\text{mol} = 1000\text{mmol}$ 。例如: 1mmol 氯化钠的质量是 58.5mg。

在化学计算中应用摩尔作单位来衡量物质的量比较方便。化学方程式中反应物和生成物分子式前系数的比值就等于它们之间物质的量(摩尔)之比。例如:



[例题 5] 分解氯酸钾制氧气时, 若制取 0.6mol 氧气, 需要多少克氯酸钾?

[解] 设: 制取 0.6mol 氧气, 需氯酸钾 $x\text{g}$



答: 制取 0.6mol 氧气, 需要氯酸钾 49g。

习 题

1. 下列物质的量各等于多少摩尔?

(1) 22g 二氧化碳

(2) 1kg 烧碱(NaOH)

(3) 90g 水

(4) 1g 硫酸

2. 计算下列物质的质量及微粒数目。

(1) 0.2mol 镁原子

(2) 2.5mol 氧气

(3) 0.5mol 纯碱(Na_2CO_3)

(4) 1.5mol 磷酸

3. 与含有 4g 氢氧化钠的溶液起反应生成正盐, 需要下列酸的物质的量各是多少摩尔?

(1) HCl

(2) H_2SO_4

(3) H_3PO_4

第二节 气体摩尔体积

一、气体摩尔体积

1mol 任何物质在一定状况下所占有的体积, 叫做摩尔体积。对于固态和液态的物质来

说,1mol 各种物质的体积是不相同的。例如 20°C 时,1mol 铁的体积是 7.1cm³; 1mol 水的体积是 18.0cm³; 1mol 氯化钠的体积是 26.81cm³。

1mol 固态或液态物质的摩尔体积之所以不同,是因为构成它们的微粒之间的距离很小,1mol 任何物质的体积主要决定于原子、分子或离子的大小。构成不同物质的原子、分子或离子的大小是不同的,所以 1mol 固态或液态物质的体积也就有所不同。

气态物质的情况与固态和液态物质不同。实验测得,在标准状况(温度为 0°C、压强为 101325Pa)下,1L 不同物质的气体的质量(即密度)是不同的,例如在标准状况氢气、氧气、二氧化碳的密度分别是:0.0899g·L⁻¹、1.429g·L⁻¹ 和 1.977g·L⁻¹。再根据它们的摩尔质量,就可以计算出 1mol 氢气、氧气或二氧化碳在标准状况时的体积。

$$1\text{mol 氢气的体积} = \frac{\text{氢气的摩尔质量}}{\text{氢气的密度}} = \frac{2.016\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{0.0899\text{g}\cdot\text{L}^{-1}} \doteq 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$1\text{mol 氧气的体积} = \frac{\text{氧气的摩尔质量}}{\text{氧气的密度}} = \frac{32.0\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{1.429\text{g}\cdot\text{L}^{-1}} \doteq 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$1\text{mol 二氧化碳的体积} = \frac{\text{二氧化碳的摩尔质量}}{\text{二氧化碳的密度}} = \frac{44.0\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{1.977\text{g}\cdot\text{L}^{-1}} \doteq 22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$$

实验证实,在标准状况下 1mol 其它气体的体积也约为 22.4L。从而得出结论:在标准状况下,1mol 任何气体所占有的体积都约是 22.4L,这个体积叫做气体摩尔体积。

为什么 1 mol 任何气体在标准状况时所占有的体积都相同呢?这是因为气体的分子间存在较大的距离,可以认为在标准状况下,不同气体的分子间的平均距离几乎是相等的,而与气体分子的大小无关。所以气体的摩尔体积都约等于 22.4L。

为什么一定要加上标准状况这个条件呢?这是因为气体的体积受温度和压强的影响较大,温度升高时,气体分子间的平均距离增大,温度降低时,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,压强减小时,气体分子间的平均距离增大,只有在标准状况下气体的摩尔体积才等于 22.4 L,所以必须加上“标准状况”的条件。各种气体在一定温度和压强下,分子间的平均距离是相等的,气体体积的大小只随分子数目的多少而变化。所以,含有相同分子数目的气体占有相同的体积。也就是说,在同温、同压条件下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子。

气体物质的量、气体的体积(标准状况)和气体的摩尔体积之间的关系可表示如下:

$$\text{气体物质的量} = \frac{\text{气体的体积(标准状况)}}{\text{气体的摩尔体积}}$$

二、关于气体摩尔体积的计算

【例题 1】 3.4g 的氨气,在标准状况时体积应是多少升?

【解】 氨气的分子量是 17,摩尔质量是 17g·mol⁻¹。

$$\text{氨气物质的量} = \frac{3.4\text{g}}{17\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.2\text{mol}$$

标准状况时氮气的体积为 $22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.2\text{mol} = 4.48\text{L}$

答: 3.4g 氮气在标准状况时的体积是 4.48L。

[例题 2] 在标准状况时, 67.2L 的二氧化碳气体, 质量是多少克?

[解] 二氧化碳的分子量是 44, 摩尔质量是 $44\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$\text{二氧化碳物质的量} = \frac{67.2\text{L}}{22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3\text{mol}$$

$$\text{二氧化碳的质量} = 44\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3\text{mol} = 132\text{g}$$

答: 标准状况时, 67.2L 二氧化碳的质量是 132g。

总 练 习 题

1. 填空

(1) 按表内要求填空

物质名称	分子式	分子量	摩尔质量 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$	物质质量 g	物质的量 mol	微粒数目
氧气					3	
水						6.02×10^{23}
硫酸				196		
五氧化二磷				71		

(2) 1mol 硫酸含 _____ mol 氢原子, _____ mol 硫原子, _____ mol 氧原子。

(3) 0.25mol 碳(C)质量是 _____ g; 2mmol 氯化钠(NaCl)质量是 _____ mg; 195mg 钾离子(K^+)物质的量是 _____ mmol; 30.5mg 碳酸氢根(HCO_3^-)离子物质的量是 _____ mmol。

(4) _____ mol 二氧化碳的质量是 44g, 含有 _____ 个二氧化碳分子, 在标准状况下体积是 _____ L。

2. 判断下列叙述是否正确(正确画√, 错误画×)。

(1) 摩尔是表示物质质量的单位。()

(2) 在标准状况下, 任何物质的摩尔体积都相等。()

(3) 1L 一氧化碳和 1L 二氧化碳在同温、同压时所含有的分子数目相等。()

(4) 在化学反应中, 反应物和生成物之间分子的个数比等于它们的物质的量之比。()

3. 选择一个正确的答案号码填入括号内

(1) 16g 硫中含硫原子的数目是()。

A 6.02×10^{23} ; B 3.01×10^{23} ; C 3.01×10^{22}

(2) 下列各种物质在标准状况时, 含有相同的分子数目是()。

A 1g 氢气, 1L 氢气, 1mol 氢气

B 1g 氢气, 1g 氧气

C 2g 氢气, 1mol 氧气, 22.4L 氮气

(3) 以下各物质均为 1g 时, 所含微粒数目最多的是()。

A 钙离子; B 硝酸; C 铁

(4) 在标准状况时, 和 3.2g 氧气体积相等的是()。

A 0.5mol 氯化氢; B 0.2g 氢气; C 2.24L 氯气

4. 用 0.1mol 的锌和足量稀盐酸反应制取氢气, 计算在标准状况时, 能产生多少升氢气。

内 容 提 要

1. 摩尔是表示物质的量的单位。1mol 物质含有阿伏加德罗常数(6.02×10^{23})个微粒。1mmol 是 1mol 的千分之一。

1mol 物质的质量叫做摩尔质量,单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

1mol 原子的质量就是以 g 为单位,数值上等于该种原子的原子量。

1mol 分子的质量就是以 g 为单位,数值上等于该种分子的分子量。

1mol 离子的质量就是以 g 为单位,数值上等于组成这种离子的各个原子的原子量之和。

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

2. 在标准状况下,1mol 任何气体所占有的体积都约等于 22.4L。这个体积叫做气体的摩尔体积。

$$\text{气体物质的量} = \frac{\text{气体的体积(标准状况)}}{\text{气体摩尔体积}}$$

第二章 溶 液

第一节 分 散 系^①

物质被分散成细小的粒子,分布在另一种物质中,所得到的稳定的体系,叫做分散系。其中被分散的物质叫做分散质,容纳分散质的物质叫做分散剂。例如:生理盐水是氯化钠分散在水中的分散系;酒精溶液是酒精分散在水中的分散系。分散质和分散剂并不是绝对不变的。例如:当水比酒精量多时所形成的分散系中,酒精是分散质,水是分散剂;当酒精的量比水多时,水是分散质,酒精是分散剂;当水和酒精的量相同时,水和酒精互为分散质和分散剂。

根据分散质粒子大小不同,分散系可分为以下三类:

一、分子或离子分散系(真溶液)

分散质粒子直径小于 10^{-9}m 的叫做分子或离子分散系。这类分散系中的分散质粒子是单个的分子或离子,它们能透过滤纸和半透膜^②,光线能通过此分散系。这类分散系是均匀、透明、稳定的体系,又称为真溶液。例如:生理盐水就是真溶液。在真溶液中分散质又称为溶质,分散剂又称为溶剂。

二、胶体分散系(胶体溶液)

分散质粒子直径在 $10^{-9}\sim 10^{-7}\text{m}$ 之间的叫做胶体分散系(简称胶体溶液)。胶体溶液的分散质粒子是由许多分子聚集而成的聚集体,粒子直径比真溶液的粒子直径大。因此胶体粒子只能透过滤纸,不能透过半透膜。胶体溶液可使部分光线通过,所以外观是透明的,胶体粒子受重力的影响较小,短时间内不会从分散剂中分离而沉淀出来,所以胶体溶液一般较稳定。

三、粗分散系(悬浊液和乳浊液)

分散质粒子直径大于 10^{-7}m 的叫做粗分散系。粗分散系的分散质粒子比胶体分散系的分散质粒子更大,所以分散质粒子不能透过半透膜。因为粗分散系的粒子能阻止光线通过。因此粗分散系是浑浊的、不透明的。而且分散质易受重力的作用而沉降,所以粗分散系很不稳定。属于这一类分散系的有悬浊液和乳浊液。

(一) 悬浊液

① 根据分散质和分散剂不同的聚集状态,分散系有固态、液态、气态之分。本教材只介绍分散质为固态或液态、分散剂为液态的分散系即液态分散系。

② 只允许某些物质(如溶剂分子)通过而不允许另一些物质(如溶质分子)通过的多孔性薄膜,如动物的肠衣、膀胱膜、鸡蛋膜、细胞膜等。本章演示实验中的半透膜可用玻璃纸,溶液用蔗糖饱和溶液。

固体分散质在液体分散剂中所形成的粗分散系叫做悬浊液。例如：医药上外用的皮肤杀菌药硫磺合剂、氧化锌搽剂等都是悬浊液。

(二) 乳浊液

液体分散质分散在互不相溶的另一种液体分散剂中所形成的粗分散系叫做乳浊液。例如：牛奶中分散着液体的脂肪液滴，牛奶就是一种乳浊液。医药上用的松节油搽剂也是乳浊液。

乳浊液在医药上又称为乳剂。乳剂一般都不稳定，要制成稳定的乳剂，必须加入一种能使乳剂稳定的物质——乳化剂。乳化剂的作用是在液体分散质的小液滴上形成乳化剂薄膜，使小液滴之间不能相互聚集从而使液体保持相对稳定状态。常见的乳化剂有肥皂、合成洗涤剂等。能使乳化剂稳定的作用叫做乳化作用。乳化作用对脂肪在体内的吸收和消化都有重要的意义。

第二节 溶液的浓度

溶液的浓度就是指一定量的溶液(或溶剂)中所含溶质的量。

医护人员通常所接触到的医用液态药品都是具有一定浓度的溶液。学好有关溶液的知识，掌握有关溶液浓度的表示方法和基本计算技能，可为以后的临床工作奠定基础。

常用溶液浓度的表示方法有以下几种：

一、百分浓度

百分浓度是指以 100 份溶液中所含溶质的份数来表示的浓度。

百分浓度有下列几种表示方法：

(一) 质量-体积百分浓度

对于固体物质作溶质配成的溶液常用 100mL 溶液中所含溶质质量的多少表示其浓度，这种浓度叫做质量-体积百分浓度。用符号 % ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 表示。实际运用中常把 ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 省略。

例如：生理盐水是 0.9% 的氯化钠溶液，溶质氯化钠通常是固态，所以此浓度是指质量-体积百分浓度，即每 100mL 氯化钠溶液中含 0.9g 氯化钠。

在实际应用中，某些溶液中含溶质的量很少，若用“克”作为溶质的质量单位表示不方便，就用“毫克”作单位。用符号 % ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 表示。临床化验时，体液中的一些微量成份常用这种方式表示。例如：某人血钾 19.5% ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 即表示每 100mL 血浆中含钾 19.5mg。若用 0.0195% ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) 表示显然很不方便。临床工作中习惯上常把 mL^{-1} 省略，写成 19.5mg%。例如 100mL 血浆中含钙 10mg，正确的表示应为 10% ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)，习惯上常写成 10mg%。

〔例题 1〕 某病员需要静注 5% 葡萄糖溶液 500 mL，问输液后进入体内葡萄糖多少克？

〔解〕 根据溶质葡萄糖的状态，判断上述浓度是质量-体积百分浓度，即每 100 mL 溶液中含葡萄糖 5g。静注 500 mL 5% 葡萄糖溶液，进入体内葡萄糖质量为：

$$500\text{mL} \times 5\% (\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}) = 25\text{g}$$

答：静注 500 mL 5% 葡萄糖溶液，进入体内葡萄糖为 25 g。

〔例题 2〕 配制 200 mL 4% 碳酸氢钠溶液作为敌敌畏中毒患者的催吐剂，问需要称取多少克碳酸氢钠？

〔解〕 碳酸氢钠通常存在的状态为固体，可知 4% 为质量-体积百分浓度。应称取碳酸氢钠的质量为：

$$2000\text{mL} \times 4\% (\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}) = 80\text{g}$$

答：应称取 80g 碳酸氢钠

〔例题 3〕 某人血糖浓度为 120% ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)，2 mL 血浆中含葡萄糖多少毫克？

〔解〕 120% ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 表示每 100 mL 血浆中含葡萄糖 120 mg，所以 2 mL 血浆中含葡萄糖质量为：

$$120\% (\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}) \times 2\text{mL} = 2.4\text{mg}$$

答：2 mL 120% ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 的血浆含葡萄糖 2.4 mg。

（二） 体积-体积百分浓度

对于液态物质作溶质所配成的溶液，常用 100 mL 溶液中所含溶质的体积来表示其浓度，这种浓度叫做体积-体积百分浓度。用符号 % ($\text{mL} \cdot \text{mL}^{-1}$) 表示。使用中常把 ($\text{mL} \cdot \text{mL}^{-1}$) 省略。

例如：医用消毒酒精的浓度为 75%。作为溶质的酒精通常是液态，所以此溶液浓度是体积-体积百分浓度，即每 100 mL 酒精溶液中含纯酒精 75 mL。

〔例题 4〕 对高热病人进行物理降温常用 50% 的酒精进行擦浴。问 500 mL 这种酒精溶液中含纯酒精多少毫升？

〔解〕 500 mL 50% 酒精溶液中含纯酒精体积为：

$$500\text{mL} \times 50\% (\text{mL} \cdot \text{mL}^{-1}) = 250\text{mL}$$

答：500 mL 50% 酒精溶液中含纯酒精体积 250 mL。

（三） 质量-质量百分浓度

用 100 g 溶液中所含溶质的质量多少来表示的浓度称为质量-质量百分浓度。医院中不常使用该种表示方法，故有关计算从略。

二、摩尔浓度

用 1 L (1000 mL) 溶液中所含溶质的物质的量来表示的浓度，叫做摩尔浓度^①。根据我国法定计量单位制的规定，摩尔浓度的单位通常用摩尔·升⁻¹ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 表示。

例如：1 L 氢氧化钠溶液中含有氢氧化钠 0.1 mol (即 4 g 氢氧化钠)，此溶液摩尔浓度为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸则表示每升这种硫酸溶液中含纯硫酸 0.2 mol，即含纯硫酸 19.6 g。

$$\text{摩尔浓度} = \frac{\text{溶质的物质的量}}{\text{溶液的体积}}$$

对于体液中某些含量较少的成份，有时用摩尔浓度摩尔·升⁻¹ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 表示不方便，还常用毫摩尔·升⁻¹ ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) 来表示。

$$1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1000\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

① 按国家标准规定，应称为“物质的量浓度”，单位符号为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。本书仍沿用了以前的摩尔浓度名称。