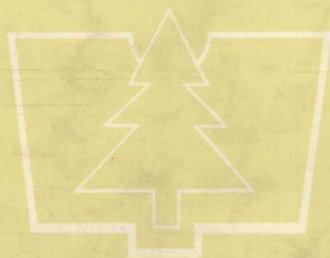


中 等 卫 生 学 校 教 材

化 学

主 编 孙咸锐

河南医科大学出版社



ZHONGDENG WEISHENG XUEXIAO JIAOCAI

06/S965

平乙

中等卫生学校教材

化学

女四

主编 孙咸锐

副主编 张剑鸣

江苏工业学院图书馆

藏书章

(为序)

张剑鸣

徐秉玉

黄文林

中国

河南医科大学出版社

·郑州·

郑州

快乐
元旦

(高)

中等卫生学校教材

化 学

主 编 孙咸锐

责任编辑 李喜婷

责任监制 马鸿章

河南医科大学出版社出版发行

郑州市大学路40号

邮政编码 450052 电话 (0371)6988300

河南地质彩色印刷厂印刷

开本 787×1092毫米 1/16 16.75印张 394千字 1彩插

1996年7月第1版 1999年7月第4次印刷

印数 28 061 ~ 35 110 册

ISBN 7-81048-070-7/O·1

定价:13.00元

中等卫生学校教材 编审委员会

主任	张广兴			
副主任	王玉玲	秦兆里	邵更成	
委员	王玉玲	王建伟	马维藩	叶自雯
	关思友	刘重光	孙咸锐	张广兴
	张荣生	张献珩	邵更成	杨兆选
	杨振国	范 葳	范黎凯	郑福兆
	郭茂华	秦兆里	聂刚基	夏荣汉
	廖树森	戴 培		

(李成画 李为教 刘)

李成画 李为教 刘
王秉新 林楚烟
林文黄

并建出学大杯刘南河

联联

前 言

中等医学教育肩负着为我国广大农村、基层医疗卫生机构培养实用型中等卫生技术人才的重任。为深化中等医学教育改革,提高教学质量,卫生部于1993年11月审定并通过了全国中等卫校新的教学计划和教学大纲,并于1994年秋季颁发实施。河南省卫生厅为加快中等医学教育改革,适应中等卫校教学的迫切需要,在完成卫生部委托修订社区医学和妇幼卫生两专业教学计划及教学大纲任务的基础上,决定根据新教学计划及教学大纲编写教材。为此,成立了河南省中等卫校教材编审委员会,组织全省中等卫校有关学科校际教研会学术水平较高和教学经验较丰富的教师,于1993年开始进行新教材的编写工作。

编写这套教材的指导思想:一是遵循党和国家的教育方针和新时期的卫生工作方针;二是强化教育目标意识,贯彻为农村、基层培养“具有必要的理论目标,较强的实践技能,良好的职业素质”的实用型中等卫生技术人才的培养方向;三是强化实用性,适应新的医学模式,体现预防战略和初级卫生保健观念,加强实践技能的培养。

编写出版的有语文、化学、生物学、解剖学与组织胚胎学、生理学、生物化学、免疫学基础与病原生物学、病理学、药理学、中医学概要、内科学、外科学、妇产科学、儿科学、传染病学、五官科学、皮肤病学、预防医学、诊断学基础、医学心理学及常用护理技术共21个学科的教科书。这套教材基础学科适用于中等卫校的各个专业,临床学科除适用于社区医学和妇幼卫生专业外,也适用于其他专业。

由于我们编写中等卫校成套教材尚属首次,希望广大师生多提宝贵意见,使这套教材逐步完善。

河南省中等卫校教材编审委员会

1994年6月

编写说明

本套教材根据国家卫生部1994年秋颁发的中等卫生专业学校教学大纲编写,基础学科适用于中等卫校各专业,临床学科除适用于社区医学和妇幼卫生专业外,也适用于其他专业。

本教材力求做到“三突出”,即突出中专的特色、突出医学专业的特点和初中毕业生的基础水平。以基本知识、基础理论和基本技能为主线,在阐述各类化学物质结构与性质之间关系的同时,用成熟的理论,重点说明反应的原理,以加深学生的理解。在内容上注意与初中已学的化学知识相衔接,尽可能避免不必要的重复。在文字结构、编排等方面力求做到深入浅出、通俗易懂,强调启发性。每章编有本章内容的教学目标,在重点、难点内容的后面编有适量的思考问题,给予点拨诱导并激发思维,供学生理解和巩固,便于及时得到反馈。

书中有关计量单位是根据国务院国发[1984]28号命令,采用我国法定计量单位。

为激发学生钻研化学知识的兴趣,扩大知识视野,书中编写了适量的阅读材料,并以*号标记,供学生自学,为学生提供一种自我探索知识的途径。在使用教材时,各校可根据具体情况,对教学内容的取舍和教学顺序的安排作适当调整。

在编写过程中,各兄弟学校的教师对本书初稿提出了许多中肯的意见。在编写和审稿的过程中得到信阳卫校领导的大力支持,在此我们谨向所有关心、支持和帮助本书编写工作的各位领导和同志们致以衷心的感谢,并恳切希望使用本书的教师和同学对书中的缺点错误予以批评指正。

在本书的编写中,我们参考了有关高等医药院校和中等卫校的化学教材和专著,在此谨向各位作者表示深切的谢意。

《化学》编写组

1994年6月

再 版 说 明

我省编写的供中等卫生专业学校使用的 21 个学科的教材,由省卫生厅 1993 年组织编写,于 1994 年 6 月出版发行。经过两年多的使用,依据使用情况,为进一步提高教材质量,省卫生厅于 1996 年 11 月决定对该套教材进行修订。

本次修订原则是维持原教材体系不变,更正其中错误和不当之处,总字数基本不变,修改幅度不超过 10%。

修订由主编负责,由于时间紧,修订任务小,未邀请其他编写人员参加,特此说明。

孙咸锐

1997 年 7 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 摩尔	(4)
第一节 摩尔	(4)
第二节 气体摩尔体积	(8)
第三章 卤素	(11)
第一节 氯气·氯化氢·盐酸	(11)
第二节 卤素的原子结构和通性	(14)
第四章 物质结构和元素周期律	(19)
第一节 核素和同位素	(19)
第二节 核外电子的运动状态	(21)
第三节 原子核外电子的排布规律	(23)
第四节 元素周期律	(27)
第五节 元素周期表	(29)
第六节 化学键和分子结构	(32)
第七节 氧化还原反应	(38)
【阅读材料】微量元素与人体健康*	(43)
第五章 溶液	(46)
第一节 溶液的浓度和基本计算	(46)
第二节 溶液的配制和浓度的换算	(49)
第三节 分散系	(51)
第四节 溶胶和大分子化合物溶液	(52)
第五节 溶液的渗透压	(55)
第六章 化学反应速度和化学平衡	(60)
第一节 化学反应速度	(60)
第二节 化学平衡	(64)
第七章 电解质溶液和缓冲溶液	(70)
第一节 强电解质和弱电解质	(70)
第二节 弱电解质的电离平衡	(72)
第三节 离子反应·离子反应方程式	(74)
第四节 水的电离和溶液的酸碱性	(76)
第五节 盐的水解	(78)
第六节 缓冲溶液	(80)
第八章 有机化合物概述	(84)
第九章 烃	(88)

第一节	开链烃	(88)
第二节	闭链烃	(101)
第十章	醇·酚·醚	(108)
第一节	醇	(108)
第二节	酚	(114)
第三节	醚	(117)
第十一章	醛和酮	(119)
第一节	醛和酮的结构及命名	(119)
第二节	醛和酮的化学性质	(121)
第三节	常见的醛、酮	(123)
第十二章	有机酸	(126)
第一节	羧酸	(126)
第二节	取代羧酸	(130)
第三节	旋光异构现象	(134)
第十三章	酯和脂类	(138)
第一节	酯	(138)
第二节	油脂	(140)
第三节	类脂*	(144)
第十四章	糖类	(149)
第一节	单糖	(149)
第二节	二糖	(157)
第三节	多糖	(159)
第十五章	胺和酰胺	(163)
第一节	胺	(163)
第二节	酰胺	(171)
【阅读材料】	杂环化合物和生物碱*	(178)
第一节	杂环化合物	(178)
第二节	生物碱	(182)
第十六章	氨基酸·蛋白质·核酸*	(186)
第一节	氨基酸	(186)
第二节	蛋白质	(193)
第三节	核酸*	(201)
【阅读材料】	化学与环境的关系*	(208)
化学实验		
	化学实验须知	(216)
实验一	化学实验基本操作 (一)	(218)
实验二	化学实验基本操作 (二)	(220)
实验三	卤素	(222)

实验四	同周期、同主族元素性质的递变·····	(223)
实验五	溶液的配制与稀释·····	(224)
实验六	化学反应速度和化学平衡·····	(226)
实验七	电解质溶液和缓冲溶液·····	(228)
实验八	烃的化学性质·····	(230)
实验九	醇、酚、醚的性质·····	(232)
实验十	醛和酮的性质·····	(233)
实验十一	羧酸的性质·····	(234)
实验十二	油脂·····	(235)
实验十三	糖的性质·····	(236)
实验十四	胺和酰胺·····	(238)
实验十五	蛋白质·····	(240)

附录

一、国际单位制 (SI) 及一些常用的物理常数·····	(242)
二、酸、碱和盐的溶解性表·····	(244)
三、希腊字母表·····	(245)
化学教学大纲·····	(246)

第一章 绪论

物质,我们感觉到它的存在

宏观存在

分类

宏观物质(构成物质有)

微观物质(电磁场)

教学目标

1. 了解化学在本专业中的地位和作用。物质运动方式
2. 树立为农村基层从事医疗、保健工作学好化学的信心。

1. 机械成
2. 物王呈
3. 生物
4. 化学
5. 社会

一、化学的研究对象和任务

化学,物质的结构,组成,性质变化规律的学科

化学作为生产力是人类生产活动中活跃而积极的因素。哪里有物质,哪里有生活,哪里就有化学。化学同其他的自然科学一样,有自己的研究对象。化学的主要研究对象是物质的化学变化。研究的目的在于通过实验观察来认识物质发生变化的原因和条件,并将这些变化规律应用于化学工业生产,从价廉而丰饶的天然资源中提取有用的物质和制备各种人工合成产品。由于物质的化学性质取决于物质的内部组成、结构、性质和它们之间的内在联系,所以,化学是研究物质的组成、结构、性质、变化及其合成的一门自然科学。由于研究的方法或侧重点的不同,传统上将化学学科分成4个分支,即无机化学、有机化学、分析化学和物理化学。物理化学以热力学、统计力学、量子力学为基础,来研究一切单质和化合物的学

无机化学研究元素及化合物的性质、制备、结构及其相互变化的规律。有机化学研究碳的化合物的性质、结构、合成方法、相互转变的规律。分析化学是研究物质化学组成的鉴定、测定步骤以及有关原理的学科。物理化学是应用物理学测量方法和数学处理方法研究物质及其反应,以寻求化学现象与物理现象间本质联系规律的学科。

在自然界中,到处都存在着物质的化学变化,不是进行得很慢,便是进行得很快,往往不易观察和难于加以利用。另一方面,人们在常年累月的生产活动中也积累了更多的直接化学知识,扩大了物质化学变化的范围,生产发展的需要迫使人们对这些化学变化的认识进行不断的总结和提高。选择出进行化学反应的最好条件,使我们能从这种工作中总结和归纳出各种化学变化的规律性。这种工作便是化学科学实验。不断地进行化学科学实验,是人们获得正确化学知识的重要基础。我们进行化学科学实验不仅仅是为了认识规律,更重要的在于运用这些规律,去实现某些物质的分析、合成或转化,或解决经济建设、国防建设中的具体化学问题。所以,化学科学是国家经济建设中的重要支柱之一。

有机化学,由元素开成无机物,无机物开成有机物。

一、化学的发展概况

化学是一门历史悠久的学科,它的萌芽知识可以追溯到数万年以前。人类第一个化学上的发明是火,约在公元前50万年。科学的发生和发展进程归根到底是由生产的发展所决定。根据现在已有的资料记载,中国、埃及、印度、美索不达米亚等国早在公元前就发展了金属冶炼、陶瓷、染色、造纸、酿酒等技术。1957年从江苏宜兴出土的晋墓(公元297年)中发现的饰带,经分析证明为铝铜合金,含85%的铝、约10%的铜、5%的锰,说明我国当时就具有了铝及其合金的冶炼技术。在汉代(公元前100多年)就掌握了炼金术。而

欧洲在1825年才会用铝。公元8世纪末,我国炼金术和炼丹术通过与海外通商而传到波斯(今伊朗),再传入欧洲,成为近代化学的前驱。

由于我国封建社会的漫长,生产力受到阻滞,加之后来炼丹家的工作又仅限于为封建统治阶级服务,脱离生产实践,并且趋向于神秘化,因而炼丹技术得不到发展。有些实用化学技术,由于同生产实践和人民生活需要发生联系,在我国取得了辉煌的成就。例如,汉代的造纸术,隋唐时代发明的火药,汉唐以来的陶瓷等等,都是我国劳动人民在世界科学技术史上的巨大贡献。至于金属的冶炼,我国不仅很早就会冶炼铜、金、银、铅、锡、铁、钢等重要金属,而且也是懂得汞、镍、锌、镉等金属最早的国家。

炼金术传入欧洲之后,最初也是被神秘荒诞的学说所统治,到16世纪初,才发生了根本的改变。由于生产力的发展突破了封建制度的狭窄领域,使欧洲许多国家的社会结构发生了变化,并走向资本主义社会。发展生产和促进贸易的倾向急剧增长,要求突破保守思想,打破化学中的神秘观点,从而对化学提出了生活上和生产上非常迫切的任务。因此,炼金术应首先向有实用意义的医药化学方面发展,即逐渐向复杂物质的合成方面发展,从而使化学本身在实践过程中获得了发展的推动力。

但是,化学成为一门独立的学科只有300多年的历史。从1661年波义耳的“元素学说”起,到近代物质结构理论的建立,短短的二三百年间,化学获得了飞跃的发展。不同的化学分支学科的出现和发展,化学和其他自然科学学科间相互渗透,新的实验手段普遍应用,实验资料急剧增加,成千上万种性能优异的物质被人工合成,在此基础上,建立起规模庞大,发展迅速的现代化学工业体系,使化学进入一个空前繁荣的新阶段。

当前,人类面临着若干亟待解决的重大课题,如粮食供给、能源开发、资源利用、人口控制、环境保护、医疗预防等,都需要化学的积极参与。因此,化学是推动生产力发展的一个有力工具。在我国社会主义条件下,有可能保证在化学上的每个发现、发明、创造,可以较快地在生产实践中得到应用,而生产的进一步发展又必然对化学提出更多的要求。

三、化学和医学的关系

医学是探求人类生命过程的科学。医学通过研究人体的生理现象和病理现象的规律,从而寻求防病治病的方法以保障人类的身体健康。人体内的一切生理现象和病理现象与体内的代谢作用密切关联,而代谢作用都与体内发生的化学变化密切关联。所以要了解人体内生理现象和病理现象的实质,掌握医学的基本理论,就必须具有一定的化学知识。在人类生命过程中不可避免要患这样或那样的疾病,在疾病的诊断和治疗过程中,始终都要用到很多化学方面的知识。例如:在诊断疾病时,临床化验要对血液、尿液、胃液、脑脊液、粪便等进行化学分析,测定某些化学成分的含量,以帮助作出正确的诊断,从而决定采取治疗的方法和步骤;测定尿中糖的含量,不仅可诊断糖尿病,根据所测糖的含量多少还可以确定胰岛素的用量;在预防和治疗疾病中使用的各种药物大多是用化学方法从天然物中提取的有效成分或用化学方法合成的产品。药物必须与“受体”结合才能发挥作用,而所谓“受体”就是指首先与药物发生反应的化学基团。所以,不了解药物的组成成分、化学结构、理化性质以及它们在人体内所发生的变化和作用,就不能正确地使用药物达到治疗疾病的目的。在卫生防疫和卫生检验中的水质分析、食品质量检验、毒物检验、劳动卫生和环境卫生检验等,都和化学有关。放射性同位素在医学上的广泛应用,更加密切了医学和化学

的关系。在继承祖国医药学遗产，研究中草药有效成分的分离、提纯和鉴定、改进剂型、降低毒性、提高疗效等方面都不能缺少化学基础知识。此外，研究中草药有效成分的化学组成和分子结构，以进行化学合成或结构改造。例如，合成咖啡中的有效成分咖啡因，将古柯中的有效成分可卡因进行结构改造得到的普鲁卡因，成为目前临床广泛使用的局部麻醉药等，都是应用化学研究中草药所取得的成果。

在医学深入发展的今天，医学的进展与化学是分不开的。由于科学的发展，许多新技术的广泛应用，使医学基础课程已从组织细胞水平进入到分子和量子水平，从而可能指望在不久的将来，全面揭开遗传、变异、疾病、死亡等等生命过程的奥秘。例如已有实验证明，思维是蛋白质和核酸的合成，遗忘则是它们的分解；不久的将来将会实现人工视觉。总之，医学和化学的关系极为密切，化学是学习医学科学不可缺少的基础课程之一。

医学研究的任务

对象：人、人体

(信阳卫生学校 孙咸锐)

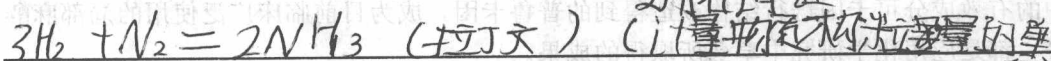
人体的基本物质

蛋白质 无机盐 脂肪
水 糖类
~~维生素~~

人体生命过程：呼吸、消化

第二章 摩尔(物质的量)

常用名词



教学目标(1881年)

1. 描述物质的量的单位——摩尔、摩尔质量、气体摩尔体积的概念。
2. 能进行与摩尔、气体摩尔体积有关的运算。

第一节 摩尔

一、摩尔

摩尔是国际单位制中的一个基本单位，它表示物质的量。摩尔这个单位不仅应用于化学方面，而且还广泛应用在科学研究、工农业生产等方面。在中等卫校化学及其他课程中，摩尔用来计算微粒的数量、物质的质量、气体摩尔体积、溶液及体液浓度等。因此我们要重视摩尔的学习，学会运用摩尔这个基本单位进行计算。

在初中化学里，我们学习过分子、原子、离子、电子等构成物质的微粒，认识到单个这样的微粒是肉眼看不见的，也是难于称量的。而我们在实验时取用的物质，不论单质还是化合物都是看得见的，可以称量。物质之间的化学反应既是按照一定个数、肉眼看不见的原子、分子或离子来进行反应，而实践上又是以可称量的物质进行反应，因此很需要把微粒与可称量的物质联系起来。

科学上应用 $12\text{ g }^{12}\text{C}$ (或 0.012 kg 碳-12) 来衡量碳原子集体。 ^{12}C 就是原子核里含有 6 个质子和 6 个中子的碳原子。根据实验测定， $12\text{ g }^{12}\text{C}$ 含有的原子数是 6.02×10^{23} 个，这个数值叫阿佛加德罗常数。通常有符号 N_A 表示。

摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 里所含的原子数目相等。基本单元可以是分子、原子、离子、电子及其他粒子或这些粒子的特定组合。摩尔简称摩，符号用 mol 表示。由此可见：

1 mol ^{12}C 含有 6.02×10^{23} 个 ^{12}C 原子。

1 mol 氢原子含有 6.02×10^{23} 个氢原子。

1 mol 氧分子含有 6.02×10^{23} 个氧分子。

1 mol 水分子含有 6.02×10^{23} 个水分子。

1 mol 氢离子含有 6.02×10^{23} 个氢离子。

1 mol 氢氧根离子含有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子。

1 mol 电子含有 6.02×10^{23} 个电子。

1 mol $(1/2\text{H}_2\text{SO}_4)$ 含有 6.02×10^{23} 个 $1/2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

1 mol $(2\text{H}_2\text{O})$ 含有 6.02×10^{23} 个 $2\text{H}_2\text{O}$ 。

1 mol 任何物质的指定基本单元，都含有相同的基本单元数目。

“物质的量”是表示组成物质的基本单元数目多少的物理量，某物系（指研究对象）所含基本单元数是阿佛加德罗常数的多少倍，则该物质中“物质的量”就是多少摩尔。因此，物质的量是以阿佛加德罗常数为计数单位，表示物质的基本单元数目多少的物理量。摩尔则是量度物系中基本单元数目的计量单位。在使用摩尔这个计量单位时，应指明是什么样的基本单元。例如说氢时，若说“2 mol 氢”是不行的，因为没有指明基本单元是氢分子或者是氢原子。应该说“2 mol 氢分子”或是“4 mol 氢原子”。

二、摩尔质量

阿佛加德罗常数是一个很大的数值，但摩尔作为物质的量的计量单位应用起来却极为方便。实验测得 1 mol ^{12}C 的质量是 12 g (或 0.012 kg)，即 6.02×10^{23} 个碳原子的质量。由此我们可以推算出 1 mol 任何原子的质量(摩尔质量)以克作单位在数值上等于

我们知道，相对原子质量是原子的相对质量，它是一种元素的一个原子的质量跟一个以 ^{12}C 的原子质量的 $1/12$ 为单位(u)相比较所得的数值。如氧的相对原子质量是 16，氢的相对原子质量约是 1，铁的相对原子质量是 55.85 等等。一个碳原子的质量与一个氧原子的质量之比是 12 : 16，1 mol 碳原子跟 1 mol 氧原子所含的原子数目相同，都是 6.02×10^{23} 个。1 mol 碳原子质量是 12 g，那么 1 mol 氧原子的质量就是 16 g。由此可以推知：

氢的相对原子质量约是 1，1 mol 氢原子的质量是 1 g。

铁的相对原子质量是 55.85，1 mol 铁原子的质量是 55.85 g。

硫的相对原子质量约是 32，1 mol 硫原子的质量是 32 g。

通常把 1 mol 物质的质量叫做该物质的摩尔质量。用符号 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示，读为克每摩。

因此，1 mol 任何原子的质量，就是以克作单位，数值上等于该种原子的相对原子质量。

例 1. 127 g 铜相当于多少摩尔原子？
 $\text{Cu} \quad 63.5 \quad \frac{127}{63.5} = 2 \text{ mol}$

解：铜的相对原子质量是 63.5，其摩尔质量是 $63.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$\frac{127}{63.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$$

答：127 g 铜相当于 2 mol 铜原子。也可以说 127 g 铜含有 2 mol 铜原子。 H_2SO_4 有硫

问题 2-1 配制治疗皮肤病的软膏时需要硫。1.5 mol 的硫原子质量是多少克？

用摩尔来衡量双原子分子或多原子分子构成的各种物质的质量时，因为物质的相对分子质量等于组成这种分子各原子的相对原子质量之和，据此可以直接推知，1 mol 任何分子的质量，就是以克作单位，数值上等于该种分子的相对分子质量。

氢气的相对分子质量是 2，1 mol 氢气分子的质量是 2 g。

氧气的相对分子质量是 32，1 mol 氧气分子的质量是 32 g。

水的相对分子质量是 18，1 mol 水分子的质量是 18 g。

二氧化碳的相对分子质量是 44，1 mol 二氧化碳的质量是 44 g。

例 2. 4.9 g 硫酸含有多少个硫酸分子？

解：硫酸相对分子质量是 98，硫酸的摩尔质量是 $98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$\frac{4.9 \text{ g}}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$$

$$4.9 \text{ g 硫酸含的分子数} = 6.02 \times 10^{23} \times 0.05 \\ = 3.01 \times 10^{22}$$

答：4.9 g 硫酸含有 3.01×10^{22} 个硫酸分子。

问题 2-2 供皮肤消毒用的碘酊是碘的酒精溶液。现配制碘酊需碘 0.2 mol，应称取多少克碘？

$$126.9 \times 0.2 = 25.38 \text{ 克}$$

我们同样也可以推知离子的摩尔质量。由于电子的质量过于微小，失去或得到的电子质量可以略去不计，因此，1 mol 任何离子的质量，就是以克作单位，数值上等于该离子的式量（或组成离子的各相对原子质量之和）。如：

1 mol H^+ 的质量是 1 g。

1 mol OH^- 的质量是 17 g。

1 mol NH_4^+ 的质量是 18 g。

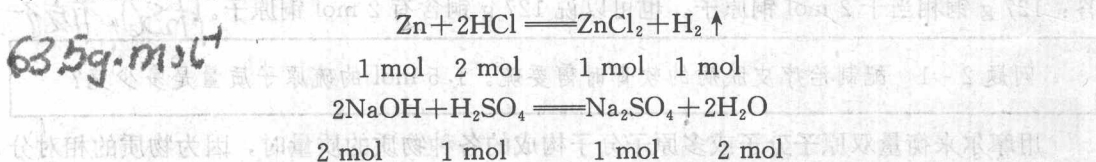
1 mol SO_4^{2-} 的质量是 96 g。

对于离子化合物，我们也同样可以推知其摩尔质量，如 1 mol NaCl 的质量是 58.5 g。

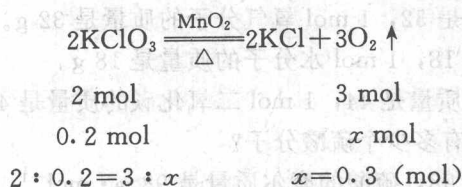
问题 2-3 人体血浆中含有 HCO_3^- ， H_2PO_4^- ， CO_3^{2-} 等。分别计算 0.3 mol 的 HCO_3^- ， H_2PO_4^- ， CO_3^{2-} 的质量。

$$0.3 \times 29 = 8.7 \text{ 克} \quad 0.3 \times 97 = 29.1 \text{ 克} \\ 0.3 \times 28 = 8.4 \text{ 克}$$

总之，摩尔像一座桥梁把单个的、肉眼看不见的粒子或这些粒子的特定组合跟很大数量的粒子集体、可称量的物质之间联系了起来。1 mol 任何物质（单质或化合物）都含有 6.02×10^{23} 个基本单元。不同的物质，如果它们物质的量相同，则质量一般是不相等的；同样，质量相等的不同物质，则物质的量一般也是不相同的。在化学反应方程式里，反应物与生成物的分子数之比，其实质就是物质的量之比。根据化学反应方程式进行计算时，用摩尔作单位会带来很大方便。



例 3. 二氧化锰作催化剂，加热 0.2 mol 氯酸钾使其完全分解，能放出多少克氧气？
解：设分解 0.2 mol 氯酸钾放出 x mol 氧气。



氧气的相对分子质量是 32, 其摩尔质量是 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 0.3 mol 氧气的质量是

$$32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.3 \text{ mol} = 9.6 \text{ g}$$

答: 0.2 mol 氯酸钾完全分解能放出 9.6 g 氧气。

例 4. 10.7 g 氯化铵跟足量氢氧化钠溶液混和加热, 把生成的氨气通入适量的硫酸溶液内 (完全吸收), 可得到多少克硫酸铵?

解:



从化学反应方程式可以看出, 1 mol 氯化铵生成 1 mol 氨, 而 2 mol 氨生成 1 mol 硫酸铵。所以, 2 mol 氯化铵可生成 1 mol 硫酸铵。氯化铵相对分子质量是 53.5, 摩尔质量是 $53.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; 硫酸铵相对分子质量是 132, 摩尔质量是 $132 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

$$\frac{10.7 \text{ g}}{53.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$$

0.1 mol 硫酸铵的质量是

$$132 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.1 \text{ mol} = 13.2 \text{ g}$$

答: 可得到 13.2 g 硫酸铵。

物质的量、物质的质量、摩尔质量之间的关系如下:

$$\text{物质的量 (mol)} = \frac{\text{物质的质量 (g)}}{\text{摩尔质量 (g} \cdot \text{mol}^{-1})}$$

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

三、毫摩尔

在实际应用中, 有时摩尔这个单位太大, 常采用毫摩尔作单位。1 毫摩尔是 1 摩尔的千分之一, 用符号 mmol 表示。

即 $1 \text{ mol} = 1000 \text{ mmol}$

如 1 mmol 硫酸是 98 mg 硫酸, 1 mmol 钾离子是 39 mg 钾离子, 1 mmol 氯离子是 35.5 mg 氯离子。

问题 2-4 求 1 mmol 下列基本单元的质量各是多少毫克? ① HCO_3^- ② HPO_4^{2-}

③ SO_4^{2-} ④ Ca^{2+} ⑤ Na^+ ⑥ $\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}$ ⑦ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

$$\frac{1}{2} \times 40$$

$$= 20$$