

高等农业学校二年制专修科

无机化学及分析化学

(試用本)

植物保护 农作物专业适用

河南省农林厅教材編輯委员会編

河南人民出版社

前 言

在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，我省早已出現了工农业生产为中心的全面大跃进的新形势和已經掀起群众性的技术革命和文化革命的高潮。各地均先后开办了农业大学、中等农业技术学校、初級农校以及“紅專”学校。为适应这一新的革命形势的需要，我省农业教育工作必須从教学計劃、教学大綱、教学内容、教学組織、教学方法等各方面进行根本的改革，才能保証貫徹实现党的“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫”，实现勤工儉学、勤儉办学、教育与生产相結合的教育方針，培养出又“紅”又“專”的技术队伍。

为此，我們于今年三月中旬組織了农业技术学校、农林干校的126名教职員分为14个专业小組到71个县（市）178个农业生产合作社1,307个生产單位进行了參觀和調查研究工作，总結出340个先进生产經驗和高額丰产典型。收集了3,193种参考資料。現已編写出十六种专业教学計劃、155种教学大綱和教科書，陸續出版，供各地教学試用。由于我們水平不高，時間短，和有关方面研究的不够，难免有不妥之处。望各地在試用中多多提出意見，并可随着农业生产发展的需要加以修改。

河南省农林厅教材編輯委员会

1958年8月26日

目 录

第一章 緒 論.....	(1)
第一节 化学的重要性 化学在 社会主义建設中的意义.....	1
第二节 无机化学及分析化学与农学 课程的关系.....	2
第三节 我国化学及化学工业的发展.....	2
第四节 苏联在化学方面的成就.....	4
第五节 化学研究的对象和方法.....	4
第六节 化学的基本定律.....	5
第二章 物质的结构.....	(9)
第一节 原子—分子学說的发展过 程和基本內容.....	9
第二节 克原子、克分子、克当量、气 体克分子体积和亚氏常数	
第三节 气体分子量的測定.....	11
第四节 原子结构的复杂性.....	15
第五节 原子结构模型.....	17
第六节 分子结构.....	22
第三章 氢、氧、水.....	(26)
第一节 氢.....	26
第二节 氧.....	28
第三节 水.....	30
第四章 化学反应速度和化学平衡.....	(33)
第一节 化学反应速度.....	33
第二节 可逆反应和化学平衡.....	35
第五章 溶 液.....	(41)
第一节 分散体系.....	41
第二节 分子溶液(真溶液).....	42
第三节 胶体溶液.....	53
第六章 电离理論.....	(63)
第一节 电解质和非电解质.....	63
第二节 电离学說.....	64
第三节 从电离学說的观点来看酸、 碱、盐溶液的性质.....	65
第四节 电离度.....	66
第五节 电离平衡的移动.....	68
第六节 电解质水溶液的化学作用.....	69
第七节 盐类的水解.....	70
第七章 中 和.....	(73)
第一节 水的电离.....	73
第二节 定量分析.....	74
第三节 中和反应在容量分析上 的应用.....	79
第八章 氧化——还原.....	(90)
第一节 氧化——还原反应.....	90
第二节 氧化——还原反应在容量分 析上的应用.....	93
第九章 溶度积和沉淀.....	(97)
第一节 溶度积的概念.....	97
第二节 沉淀的生成和溶解.....	98
第三节 沉淀反应在重量分析上 的应用.....	101
第十章 元素周期系.....	(106)

第一节 元素分类的尝试及其演进..... 106	第四节 门捷列夫周期系和无机定性 分析阳离子分组的关系.....111
第二节 门捷列夫周期律和周期系..... 107	
第三节 周期系发展的现阶段..... 110	
第十一章 碱金属和阳离子第 I 分析组.....(115)	
第一节 碱金属的通性..... 115	第三节 阳离子第 I 分析组.....118
第二节 钾和钠的重要化合物..... 116	
第十二章 碱土金属和阳离子第 II 分析组.....(121)	
第一节 碱土金属的通性..... 121	第三节 阳离子第 II 分析组.....124
第二节 镁和钙的重要化合物..... 122	
第十三章 铝族、铬族、锰族及铁系和阳离子第 III 分析组.....(128)	
第一节 铝族的通性和它的重要 化合物..... 128	第三节 锰族元素.....131
第二节 铬族元素..... 130	第四节 铁系.....132
第十四章 铜族、锌族、镉族和铟族及阳离子第 IV、V 分析组.....(149)	第五节 阳离子第 III 分析组.....144
第一节 铜族元素..... 149	第五节 铟族元素.....154
第二节 络合物..... 150	第六节 阳离子第 IV 分析组.....155
第三节 锌族元素..... 152	第七节 阳离子第 V 分析组.....159
第四节 镉族元素..... 153	
第十五章 卤族及其化合物.....(165)	
第一节 卤素的通性..... 165	业病虫害的意义.....166
第二节 氯的主要含氧酸及其盐, 氯 和氟的化合物在防治农	第三节 卤素离子的鉴定反应.....167
第十六章 硫及其化合物.....(169)	
第一节 氧族元素的通性..... 169	酸盐在农业上的应用.....172
第二节 硫的化合物..... 169	第四节 含硫的酸根离子的鉴定反应.....173
第三节 硫的化合物——多硫化物和硫	
第十七章 氮、磷及其化合物.....(175)	
第一节 氮族元素的通性..... 175	农业上的应用.....178
第二节 氮在自然界中的分布和在农 业生产上及生命中的意 义..... 175	第五节 氮肥.....179
第三节 氨及铵盐..... 176	第六节 磷酸及其盐.....181
第四节 硝酸和硝酸盐的性质及其在	第七节 我国肥料工业的发展.....184
第十八章 碳、硅和硼及其化合物.....(186)	第八节 含氮的酸根 离子的鉴定反应.....184
第一节 碳族元素的通性及其在自然 中界的分布..... 186	鉴定反应.....190
第二节 碳和硅的化合物..... 186	第四节 硼酸及硼砂.....191
第三节 碳酸根和硅酸根离子的	第五节 阴离子的分組.....192

第一章 緒 論

毛主席在“整頓黨的作風”這篇文章中，曾這樣說：“自從有階級的社会存在以來，世界上的知識只有兩門，一門叫做生產鬥爭知識，一門叫階級鬥爭知識。自然科學、社會科學，就是這兩門知識的結晶，哲學則是關於自然知識和社會知識的概括和總結”因此我們要研究農業生產和工業生產，就必需研究自然科學。

近代的科學發展異常迅速，為了研究、學習方便，自然科學又分天文學、地質學、礦物學、生物學、物理學、數學和化學等。由於社會的分工，生產的要求，學習研究的方便，化學又分無機化學、有機化學、分析化學、物理化學、生物化學、農業化學、藥物化學……等等。我們深信隨着社會的向前發展，人類對客觀世界的知識領域進一步的擴大和加深，化學也將更詳細的分類。

在這裡我們要研究的是和農業生產有密切聯繫的無機化學及分析化學。

無機化學及分析化學是要在門捷列夫週期律和近代物質結構概念的基礎上，用辯證唯物主義的世界觀去研究元素及無機化合物的質和量的組成、結構、性質、製備和利用，化學變化的基本原理及其在分析無機物質上的應用；無機物質的分析技術等。

第一節 化學的重要性 化學在社會主義建設中的意義

工業方面：我們完全可以這樣說：在國民經濟各個生產部門中以及其他自然科學研究中，都不能夠脫離化學。否則將得不到應有的發展。正因為這樣蘇聯早在第一個五年計劃期間，就提出了國民經濟化學化的口號。“化學化”、“電氣化”、“機械化”和“自動化”的提出與付之於實踐，標誌着社會主義生產技術進步的一個主要方向。

黨八屆二次會議，確定了“鼓足干劲，力爭上游，多、快、好、省地建設社會主義的總路線”，在這個總路線中，提出了“在優先發展重工業的基礎上，發展工業和發展農業同時並舉”的方針。優先發展重工業，具體的說是優先發展鋼鐵、機器製造、電力、燃料、有色金屬、基本化學等重工業，化學就是首先要為建設重工業服務的。重工業的建設是與化學和化學工業有密切的關係的。例如：在勘探礦藏資源時需要進行大批樣品的檢定，以確定其開採價值。開採礦石時需要大量的炸藥和雷管；由礦石提煉鋼鐵和有色金屬等都要用化學的方法去處理；電氣工業、機械工業、航空工業等都需要各種高級的塑料、有機玻璃、絕緣材料、油漆、橡膠等化學產品。至於基本化學工業——化學肥料、酸鹼鹽、染料、葯劑、高分子有機合成等工業的建立和發展，更明顯的需要化學的知識和化學工業的技術。

在進行工農業建設同時，也不能忽視國防建設。現代化的國防建設同樣需要化學知

識,同时还要求供給国防工业一些高級的化工产品。

农业方面: 由于党对农业社会主义改造采取了正确的方针政策,使我国迅速地实现了社会主义农业集体化,变落后的个体生产方式为先进的集体經營生产方式。随着大跃进形势的发展和保証党的社会主义建設总路綫的貫徹与执行,并为逐步过渡到共产主义社会創造必要条件。我国广大人民遵循着毛主席指示的方向,目前已經基本上实现了人民公社化。随着这种生产关系的改变,农业将迅速地踏上机械化、电气化和化学化的道路。

为了实现农业化学化,化学工业需要向农村供应大量的化学肥料和葯剂。为配合肥料的施用,土壤还必需进行化学改良,許多农业的副产品需要进行加工和制造,农村的废物需要用化学的方法进行处理和利用。此外調节植物内部的生理过程,利用化学飼料和保健葯剂以提高畜产品、家禽业和魚业的生产……等等的农业化学化内容都与化学有着血肉相連的关系。

人民日常生活方面: 生活在社会主义社会的人們,生活水平一天天的提高,对一些日常生活必需品——油脂、糖、茶、酒、盐、肥皂、人造纖維、皮革、玻璃、塑料制品和保健葯物等,不单从数量方面要求增多,在质量方面也迫切要求提高。其中一些任务,都落在化学工业的身上。

第二节 无机化学及分析化学与农学課程的关系

化学在一系列的农业課程和农业研究工作中占有重要的地位。显然无机化学及分析化学与植物化学保护、土壤学、肥料学、农园畜产品貯藏加工学、飼料分析、动植物生理学等課程有十分密切的关系。浅而易見学土壤学必先研究土壤肥力,土壤形成、結構、性质、分类和利用等問題,都需要无机化学及分析化学的基本知識。学习肥料学需要懂得各种肥料的成份、組成和性能。要了解这些都有待无机化学及分析化学去解决。由此可見无机化学及分析化学和上述課程組成了一个不可分割的体系。

学习了无机化学及分析化学課程就能掌握一般的基本化学理論知識和实验操作技能,可以为专业課程打下基础。因此要求同学们,把这門課程重視起来,認真学习。

第三节 我国化学及化学工业的发展

我們的祖先有着极悠久的历史,从古代的文献記載里面和从地下所发掘的許多遺物,証明我国古代劳动人民有着丰富的发明和創造,其化学知識应用极早。现簡述如下:

冶金方面: 商代銅器应用已很普遍,殷代已知利用合金成分不同而分別应用。至汉代全盛时,一切农具与武器皆用鉄鑄成。在冶炼方法方面,如金的提純,銀鋅的冶炼等。与近代化学原理都相当吻合。

釀造方面: 夏以前即有酒的釀造。周代已制成醋、醬等食品。

染色方面：周代以前已应用珠砂，至唐代矿物颜料已达20种之多，根据“天工开物”記載，如胡粉(鉛白)、黃丹(鉛丹)、銅矾、珠砂等制法与近代化学生产原理也皆符合。关于靛蓝、紅花、槐花等应用很早。并已利用矾作媒染剂，直至今天还保留它的价值。

陶器方面：距今約五千年(相当于傳說中尧舜时代)，我們的祖先已会制造陶器，到了殷商时代已能制备各种彩色，来采染瓷器，到汉代发明了釉药，至宋代陶瓷器已极发达。由于我們承繼古代制瓷的科学方法和生产經驗，加上解放以来，党和政府对陶瓷业的重視，組織了大批美术工作者和制陶瓷工人相結合，所以陶瓷产品精美絕倫馳名世界各地。

造纸方面：公元105年，东汉蔡伦，总结了历代劳动人民的制紙零星經驗，利用树皮、破布制出了紙張，以后經過不断改进，到四、五世紀已經制成各种精美的紙。

火药方面：隋代已有“焰火”。这說明了火药已經誕生，宋真宗时代(公元1000年)已制成火球、火枪，至元朝成吉思汗西征时才将火药传入欧洲。

由以上所述可知，中国的化学知識应用极早，大部超过同时代的欧洲。但是由于历代封建社会长期統治，特别是近百年来，帝国主义入侵，勾結官僚资产阶级封建阶级进行对人民的残酷压迫和剝削，使生产力不能发展，对于一些发明創造者不予鼓励，反之加以压制和摧殘，致使科学水平不能提高，反而落后于他国。

第一次世界大战后，在十月革命的影响下，爆发了“五四”运动，思想上扫除了一些障碍，民族工业有了一些发展，但是其工业基础是极端薄弱的。以化学工业中的肥料工业为例，旧中国留給我們的只有1935年建成的大連化学厂和1937年建成的永利化学公司宁厂，这两个厂的产品只有硫酸銨一种，最高年产量只有22.7万吨(1941)，在1949年全国解放时，大連化学厂曾經遭受到敌人的严重破坏，停止生产，只有永利宁厂生产，年产量减到2.7万吨。钢铁工业更是破烂不堪，1949年鋼的年产量只有15.8万吨，生鉄年产量仅24.6万吨。

解放后，由于党的正确英明领导，經過国民經济恢复时期和第一个五年计划的实现。我国化学工业有了很大的发展。全国化工总产值平均每年增长約30%。其中几項主要化学工业产值的增长情况如下：

表1—1 几項主要化工产品的增产情况

单位：万吨

产 品 名 称	1957年生产水平	1957年为 1952年的%	1957年为 1949年的%	1957年为解放前 最高年产量的%
鋼	535	389	3,275	570
化 学 肥 料	80	412	2,963	352
純 碱	47.8	249	544	464
燒 碱	17.8	225	1,178	—
硫 酸	61.1	321	1,527	339

我們不但从数量上激增，质量上也提高了，产品也增多了。过去不会制的現在会制造了。如氮肥的品种由解放前一种增加到現在三种，并且大量生产磷肥、鉀肥和細菌肥料。

青霉素解放前不会制造,1952年才試制成功,而今年比1952年增加了300多倍,化工产品由1952年 460种,增加到 1400种。这样高速度的发展体现了社会主义制度的无比优越性。

自从去年12月,刘少奇同志代表党中央在工会第八次全国代表大会上提出了在十五年内我国“在钢铁和其它重要工业产品的产量方面赶上或超过英国”的伟大号召以后,全国人民欢欣鼓舞,振奋人心,干劲冲天。广大工人、农民、革命知识分子掀起了生产技术革命的高潮,破除迷信,解放思想,树立了敢想敢做的共产主义风格。認真贯彻了党中央所指出的“全民办工业,大、中、小型企业和土洋相结合的方针”。所以半年多来,出现了生产力的空前高涨,新的产品不断出现,许多产品和产量都已列入世界之最。特别值得我们注意的是第一座实验性的重水型原子反应堆(其热功率为七千到一万瓩)和回旋加速器(可把 α -粒子加速到能量为2500万电子伏特)已于1958年6月13日同时建成开始运转,现在正在利用它进行科学研究工作。它们的建成标志着我国已经开始跨进了原子能时代。

以上情况说明,人民的中国,正在开始走上了国民经济化学化的道路。毫无疑问,只要我們繼續贯彻执行党中央和毛主席所指示的正确方针,鼓足干劲,力争上游,多、快、好、省地建设社会主义的总路线。我国的化学工业一定能和其它工业部门一样在比十五年更短的时间内超过英国。

第四节 苏联在化学方面的成就

在资本主义俄国,化学工业是极端薄弱的。技术上是落后的。并且它是掌握在外国资本家手里,而且这些垄断资本家为了他们自己利益,竭力使俄国化学生产保持落后的状态。伟大的十月革命胜利后,消除了阻碍化学工业发展的因素,创造了发展的有利条件。因此第一个时期就大力勘察原料,在掌握化学原料资源的基础上,已建立了强大的化学工业。到1941年止化学工业的生产,已达到了革命前水平的二十倍以上。在卫国战争后,化学工业在采用新的先进技术和操作过程自动化的基础上发展起来。经过了五个五年计划,苏联已经基本实现了国民经济化学化。苏联三个人造卫星上了天,这里面也标志着苏联在燃料化学方面取得了高度的成就。

第五节 化学研究的对象和方法

化学研究的对象: 化学是研究物质的组成和结构;研究物质性质与它们的组成和结构间的关系;研究一些物质转变为另一些物质时的条件和方法以及各种物质间的规律性的联系。

如以食盐为例:它是什么东西组成的?食盐的结构怎样?由实验得知它的水溶液能导电,这种性质与它的结构有什么关系?由食盐可制取氯气、氢氧化钠、硫酸钠等物质。是用什么方法在什么条件下来进行的?食盐是盐类的一种,它和其它的盐类、酸类、碱类

又有什么关系。

化学研究的方法：研究化学和其它科学一样，首先是从观察和記述現象开始，进而說明这些現象。要說明这些現象，必須更深入地研究現象的本质，闡明引起这些現象的原因，确定在什么条件下这些現象可以发生，为此就必须进行实验。为了解释某一現象。就提出“假說”，如果“假說”可以推导出合乎事实的結論，預測新的現象，則假說就成为“学說”，否則就要进行修改或拼棄。“学說”是从实验中或实践中綜合出来的，能使我們更深入、更正确地理解各种現象。这种科学的研究方法，在毛主席的实践論中早已指出：人們对一切事物的認識，是从实践开始。在实践中，客观事物通过人类的感觉器官引起了感觉，产生了印象，这是第一阶段的感性知識，由感性知識产生了概念。再經判断和推理，得出合乎理論的結論。这是第二阶段的理性知識。感性認識是事物的片面的、現象的、外部联系的东西，而理性認識則达到了事物的全面的、本质的、內部联系的东西。但两者不是互相分离的，它們在实践的基础上統一起来了。从感性認識就发展到理性認識，又从理性認識而能动的指导革命实践。实践、認識、再实践、再認識，每一循环内容，都进到高一級的程度。

我們應該以毛主席的这一精堪論断，作为我們学习科学的武器。把課堂上的書本知識，应用到劳动生产中去。这样才能得到良好的学习效果，否則將一事无成。

第六节 化学的基本定律

每一种在一定条件下，具有一定物理性质的个别物质〔哲〕形态，如水、鉄、硫、石灰、氧、氮等，在化学中称为物质。

我們必須时刻能够把物质〔哲〕和物质这两个概念区别清楚，物质〔哲〕是指客观现实而言，物质則是指物质〔哲〕在自然界里面具有一定本质的具体表现而言。

我們每天都可以观察到物质在經歷着各种变化：倒在地面上的水，蒸发而变为不可見的蒸汽；在潮湿空气中鉄生鏽；木柴在爐子里烧掉而只賸下一堆灰烬；用泥土压积的青草逐渐腐烂而变成暗黑色的腐植质等等。液态的水和气态的水蒸汽是同一物质，只是处于不同的聚集状态。在这种变化中，并无任何新的物质产生。至于鉄生鏽，木柴燃烧，青草腐烂时，乃生成与原来物质不同的新物质。

伴随着物质根本变化(从一些物质生成另一些新物质)的現象称为化学現象。化学即从事于化学現象的研究。与化学变化发生的同时，一定也有物理变化发生。所以化学与物理学是不可分割的。随着一切生命过程的进行，在有机体内同时又不断地进行着化学变化，所以化学又与生物学有着密切的关系。虽然它們联系在一起，但是我們并不能把化学归并入物理学或生理学，因为物质〔哲〕运动的每一种形式都有它自己的特点和它自己的規律。

一、物質不灭定律 在进行对物质起化学变化研究的过程中，經過精細的观察和实验，M.B.罗蒙諾索夫发现了物质不灭定律：“参加反应物质的质量，常等于反应結果所生成

物质的质量”。

这个定律在化学上具有重大的意义。它是一切物质变化的基础。化学家经常利用这个定律来查检自己所进行研究工作正确性，因为若生成物和反应物的重量若不相等，就表示在研究中有错误。罗氏所以发现此定律是他在研究工作中首先引入了量的测定，在他手中，天平是最重要的武器。在化学上自从采用了定量的方法，以及对各种化合物进行了无数次的分析后，对于复杂物质中各元素间的重量关系，得到一系列的规律。

二、定比定律 十八世纪末叶，法国化学家普鲁斯特，把各种不同的物质作了定量研究后，发现不管化合物的来源或形成的方法如何不同，而同一种的化合物，组成永远是一定的。普鲁斯特将此等事实归纳为定比定律。

“无论用什么方法获得的化合物，其组成恒保持一定”。

定比定律是多次分析不同化合物所得之结论。除用分析法外，还可用合成法测定化合物的组成。例如由电解水可知水中氢与氧之重量比总是1:8。反之如果按1:8重量比之氢氧混合而使它爆炸，二者就全部化合成水，两种气体都没有多余出来。如果一气体所取之量较上述量多，则多余部分并不化合。这样合成法也证实了分析法之结果，故定比定律又可叙述如下：

“当生成某物质时，诸元素恒按一定重量比例相互化合”。

三、倍比定律 1803年英国化学家约翰·道尔顿创立了此定律。

许多元素能以几种不同的重量比例相互化合得到不同的物质。例如铜与氧能生成两种化合物：黑色氧化铜(含79.9%的铜和20.1%的氧)，和红色氧化亚铜(含88.8%的铜和11.2%的氧)。

道尔顿基于当时他所建立的物质结构的原子观念，作出如下结论，即所谓倍比定律：

“如果两种元素可以相互化合生成几种化合物，则在这些化合物中与一定重量甲元素相化合的各乙元素的重量互成简单的整数比”。这个定律发现后，很快被许多实验所证实。

例如：氮与氧能化合成几种氧化氮，在这些氮的氧化物中，与同一重量氮化合的氧的重量，成简单整数比。

表1-2 氮的五种氧化物

氧化物名称	组 成 百 分 比		重 量 组 成 比	
	氮	氧	氮	氧
一氧化二氮 N_2O	63.7	36.3	1	0.57
氧化氮 NO	46.7	53.3	1	1.14
三氧化二氮 N_2O_3	36.9	63.1	1	1.71
二氧化氮 NO_2	30.5	69.5	1	2.28
五氧化二氮 N_2O_5	25.9	74.1	1	2.85

在这些化合物中与一重量单位氮所化合的氧的重量互成:

$$0.57 : 1.14 : 1.71 : 2.28 : 2.85 = 1 : 2 : 3 : 4 : 5$$

由倍比定律可得出下面两点推論:

1. 由相同元素所組成的不同化合物,其重量組成通常是各不相同,因此由一化合物轉变为由相同元素所組成的另一化合物时,其組成发生突变。
2. 相互化合的各元素的重量比的改变,常引起新的物质的出現,即量变引起质变。

四、当量定律

1. **当量的意义:** 由定比定律知道化合物組成时,諸元素常按一定重量比例相互化合,現在我們討論不同元素彼此相互化合时重量的比例关系:

表1-3 几种氢化物的組成百分比

化 合 物	組 成 百 分 比					
	氯	碳	硫	鈉	氧	氢
氯化氢 HCl	97.26	—	—	—	—	2.74
甲烷 CH ₄	—	75	—	—	—	25
硫化氢 H ₂ S	—	—	94.12	—	—	5.88
氢氧化鈉 NaH	—	—	—	95.83	—	4.17
水 H ₂ O	—	—	—	—	88.89	11.11

根据上表可以看出在这許多化合物中与同一重量单位的氢化合的各元素之重量比如下:

氢 重量单位				
↓	↓	↓	↓	↓
氯	碳	硫	鈉	氧
35.5 重量单位	3 重量单位	16 重量单位	23 重量单位	8 重量单位

以上与氢相化合的五种元素,彼此相互化合时所成化合物的重量組成分析如下:

表1-4 几种化合物的重量組成

化 合 物	重 量 組 成 比				
	氯	硫	氧	鈉	碳
氯化鈉 (NaCl)	35.5	—	—	23	—
四氯化碳 (CCl ₄)	35.5	—	—	—	3
氧化二氯 (Cl ₂ O)	35.5	—	8	—	—
硫化鈉 (Na ₂ S)	—	16	—	23	—
氧化鈉 (NaO)	—	—	8	23	—
二氧化碳 (CO ₂)	—	—	8	—	3
二硫化碳 (CS ₂)	—	16	—	—	3

由此可知和氢相化合的五种元素相互間化合时的重量比等于它們与一重量单位氢相化合的相互的重量比。如果不取氢作标准,而取其它元素則所得結果亦然。

这样对于一切元素來說都可以找出一个数值表示他們互相化合时之重量关系。起初这个量称为化合量,現在改称为当量。

根据上述情况,得出当量的定义:

“某元素与 8 重量单位的氧或 1.008 重量单位的氢相化合时或从化合物置换出此量的氧或氢时所須的重量单位,称为該元素的当量”。用当量概念,当量定律可叙述如下:

2. 当量定律:“各元素相互化合时的重量,与它們的当量成正比”例如与一重量单位氢相化合的碳的量是 3 个重量单位,氧是 8 个重量单位,則碳的当量为 3。当碳与氧化合时,其重量比例应为 3 与 8 或者 3 比 8 的簡單倍数。

第二章 物質的結構

第一节 原子——分子學說的发展过程和基本內容

一、原子—分子學說的基本原理——罗蒙諾索夫的伟大貢獻 原子—分子學說的基本原理是俄国科学家罗蒙諾索夫于1741年首先提出的，在他早期的作品“数学化学原理”一書中就已闡述了他所創立的物質結構粒子學說的一些最重要的原理。

按照罗蒙諾索夫的观念。一切物質都是由极微小的，感觉不到的，用物理方法分不开的，能互相結合的质点所組成。物質的性质，尤其是物質的聚集状态（气态、液态、固态），决定于这种微小质点的性质。各种物質性质的不同，只是由于微小质点本身的不同，或它們互相結合的方式不同所引起的。罗蒙諾索夫把这些质点分为两类：一类为較小的，称为“元素”的质点，相当于現代的原子；另一类为較大的，称为“粒子”的质点，就是現在我們所称的分子。

罗蒙諾索夫在闡述物質是由“感觉不到的”质点所組成的見解时，着重強調說，虽然每一个粒子很小，因而我們不能看見它，但它仍有一定的大小和质量；粒子和一切物質一样，也能按力学中的定律而运动。利用粒子的运动，可以解释象物体的加热或冷却这一类現象。每个粒子的組成和全部物質的組成相同，性质不同的物質，粒子組成也不同。同类粒子是由同数目、同种类的元素所組成。这些天才的見解，大大地超过了当代科学水平，不能为当时的学者所理解，直到十八世紀六十年后，由于道尔頓的研究，才使原子概念在化学中逐步普及起来。

二、道尔頓原子假說 十九世紀初叶，由于化学上基本定律的发现，使道尔頓得以从量的方面来研究原子學說，并用原子的概念来解释在罗蒙諾索夫时代还不知道的許多化学事实。道尔頓原子學說可以归纳如下：

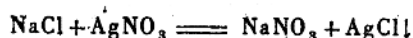
1. 一切物質都是由极小的质点——原子所組成的，各原子間是以引力互相結合起来的。
2. 每一种物質都是由它自己的原子所組成的。单质由簡單的不可再分的原子所組成；复雜物質（化合物）是由“复雜原子”所組成。在化学反应中，复雜原子能分解成簡單原子。
3. 同一物質中所有原子，其形状、重量都完全相同；但与其它单质或复雜物質原子却不同。复雜原子的重量，等于构成它的簡單原子的重量之和。

4. 当生成复杂物质时,“复杂原子”是由为数不多的简单原子所组成。

道尔顿的原子学说虽然顺利地解释了基本定律,并在化学上引入了原子量的概念。但是它仍有一种局限性,道尔顿没有把分子和原子分清,绝对地认为同性质的原子质量一定相同,由于同位素的发现说明了此点之谬误。关于分子的概念,是在气体反应定律发现之后才建立起来的。

三、用原子学说说明基本定律

1. 物质不灭定律:在化学变化中如:



不过是各物质间的原子互相分散再重新排列而已,原子个数在反应前后并未增减,所以反应后生成物的质量仍等于反应前物质的质量。

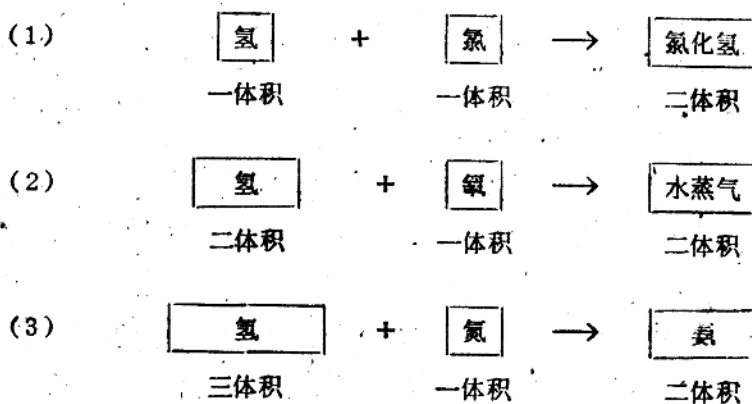
2. 定比定律:诸元素化合组成化合物时各元素间是以一定数目的原子互相化合,如水是由两个原子氢和一个原子氧化合而成的。若不如此,就不是水,所以在生成化合物时,原子个数之比,不得一定,当然重量之比也就一定。

3. 倍比定律:甲元素以一个(或几个)原子和乙元素的一个、二个或数个原子相化合生成不同化合物时,则由于原子个数的递增,而原子有一定的重量,其化合的重量亦以整倍数而递增,故成简单整数比之关系。

四、气体反应中的体积关系和亚佛加德罗定律

1. 气体反应中的体积比例关系:法国科学家盖·吕萨克首先用定量方法研究气体反应,从1804年到1808年他从事于测定参加反应和反应后生成的各种气体的体积,并把测定结果作一个概括叙述,称为简单体积比例定律或盖·吕萨克“化学”定律:在同一温度,同一压力下,参加反应的各种气体的体积间,及参加反应的各气体对反应后所生成的气体体积之比,都为简单的整数比。

现用下图来说明气体反应的体积的简单比例关系:



由此说明了气体之间有共同的性质。

2. 亚佛加德罗定律:

(一) 亚佛加德罗定律: 意大利物理学家亚佛加德罗于1811年发现这样一条定律:
“任何气体, 在同温度, 同压力, 同体积之下都含有相同数目分子”

他强调要把分子和原子这两个概念明确划分, 不能混为一谈, 独立存在的最小质点是分子而不是原子。气体单质的分子, 是由几个相同原子组成的, 在化学变化中, 分子能分解成原子。这个定律一方面解释了气体反应定律。一方面又使我们能够求出气体分子里的原子数。

(二) 气体反应定律说明: 根据亚氏原理, 一体积的氢和一体积的氯化氢生成两体积的氯化氢, 可以看作是一个分子的氢和一个分子的氯化氢生成两分子的氯化氢, 这显然是每一个分子氢和每一个分子氯都必需分为两半, 然后每半个氢分子和半个氯分子反应, 而生成一个分子氯化氢; 另外半个氢分子和半个氯分子也结合生成一个氯化氢分子, 这样共好生成两个氯化氢分子。

为了更清楚的表示, 试以原子代替上述的半个分子, 结果如下图:

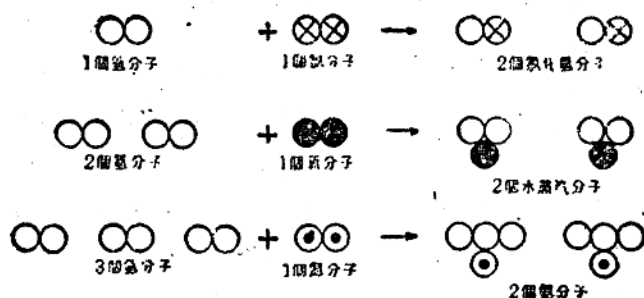


图 2-1. 生成氯化氢、水蒸气、氨等分子的图解。

后来研究证明, 几种气体分子确实含有两个原子。例如凡氢参加的反应, 知道一体积的氢决不能生成多于二体积的产物, 这就说明了一个氢分子只能由两个原子组成。其它气体如氮、氧、氯亦然。

第二节 克原子 克分子 克当量 气体克分子体积 和亚氏常数 气体分子量的测定

一、克原子 克分子 克当量 在化学中量度物质的量时除了用克作单位之外, 还用另外一种专门用于化学中的单位, 就是“克原子”和“克分子”, 究竟什么是“克原子”和“克

分子”呢？现在叙述如下：

克原子：化学元素的重量以克为单位，恰等于该元素的原子量时，称为该元素的一个克原子。如氧的原子量为16，那么16克重的氧，便可称为1个克原子氧，反过来说一个克原子的氧，即16克重的氧。

克分子：物质的重量以克作单位，恰等于该物质的分子量时，称为该物质的一克分子。如水的分子量是18，那么18克重的水，便可称为1个克分子水。反过来说1个克分子的水，即18克重的水。

克当量：物质的重量以克作单位，恰等于该物质的当量时，称为该物质的一个克当量。如氧的当量为8，那么8克的氧，便可称为一个克当量的氧，反过来说，1个克当量的氧，即8克重的氧。

二、气体克分子体积 亚氏常数

气体克分子体积：在标准状态下(0°C、1个大气压)一克分子的任何气体都占有 22.4升的体积，此体积便称为“气体克分子体积”，换言之，任何气体在标准状态下，其22.4升的重量的克数，即为其分子量。如一升氧在标准状态下重为1.429克，1克分子氧为32克，由此例即可求出一克分子氧在标准状态下所占的体积：

$$1 : 1.429 = x : 32, \quad x = \frac{32}{1.429} = 22.4 \text{ 升}$$

亚佛加德罗常数：根据亚氏定律，一克分子的任何气体，含有相同的分子数，现在可以通过各种方法，求得一克分子的任何气体中含有 6.023×10^{23} 个分子，此数便叫亚佛加德罗常数。

三、气体分子量的测定 根据亚氏定律，在同温同压下，同体积气体中含有相同数目的分子，由此可直接推出两种同体积气体重量之比应等于其分子量之比，这样就可以测定气体的分子量。

今设甲气体一升的重量为 g ，分子量为 M ；乙气体一升的重量为 g_1 ，分子量为 M_1 。

设每升气体含有 N 个分子，则：

$$g = N \times M \qquad g_1 = N \times M_1$$

以后式除前式：

$$\frac{g}{g_1} = \frac{N \cdot M}{M_1 \cdot N}$$

$$\frac{g}{g_1} = \frac{M}{M_1} \dots\dots\dots (1)$$

在同温同压下同体积的二种气体重量之比即表示第一种气体为第二种气体重多少倍的数值。称为第一种气体与第二种气体的比较所得密度或相对密度。

例如：1升二氧化碳重1.98克，在相同情況下，1升氫重0.09克，則二氧化碳對氫的相對密度 $= \frac{1.98}{0.09} = 22$

若以D代表氣體的相對密度，則(1)式可改寫如下：

$$D = \frac{M}{M_1} \left(D = \frac{g}{g_1} \right)$$

$$\therefore M = D \cdot M_1 \dots\dots\dots (2)$$

式(2)的物理意義就是：

“某氣體的分子量等於該氣體與另一氣體比較所得密度乘上這另一氣體的分子量。”

通常各種氣體的密度，以最輕的氣體——氫作標準，氫的分子量為2.016，代入公式(2)得：

$$M = 2.016 \times D_H \text{ 或略為}$$

$$M = 2D_H \quad (D_H \text{ 表示以氫為標準的相對密度})$$

例1. 已知二氧化碳對氫的比較密度為22，求二氧化碳的分子量。

已知 $D_H = 22$ 代入公式即得：

$$M = 2 \cdot D_H = 2 \times 22 = 44。$$

有時用空氣為標準所得的氣體密度，求氣體的分子量。空氣的平均分子量為29，代入公式，則得：

$$M = 29 \cdot D_A \quad (D_A \text{ 表示以空氣為標準的氣體密度})$$

例2. 已知二氧化碳的重量是空氣的1.52倍求其分子量。

已知 $D_A = 1.52$ 代入公式即得：

$$M = D_A \cdot 29 = 29 \times 1.52 = 44$$

在實際上測定分子量時，是先測出一定量氣體的重量和體積，再算出其密度。然後按公式求分子量。氣體的密度可以以任何一種分子量、單位體積重量為已知的其他氣體為標準而計算之。但是自手冊中所查出的氣體重量是在標準狀態下測定的。在實驗室時不是在標準狀態下測出氣體的體積和重量，所以計算氣體密度時，必須先把它體積換算為標準狀態下的體積。這種換算可根據氣態方程式：

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{273} *$$

例題：由實驗得出在 27°C ，800毫米汞柱時，380立方厘米的某氣體重0.455克，已知在標準狀態下1升空氣重1.293克，求該氣體的分子量。

解 (I) 把該氣體體積換算為標準狀況下之體積。

* 該公式在高中物理已作推導，這裡不再作推導。