

中等專業學校教學用書

农林性質專業適用

化 學

(試用本)

上 冊

李友泰等編



高等教育出版社

本書是由高等教育部中等專業教育司組織中等农林学校化学教师李友泰、龐伯龙、赵廷华、韓广智、范欽堯、袁志豪、徐子斌等同志，根据中等專業学校农林性質專業适用的化学教学大纲(240学时)集体編写的，可作中等农林性質專業化学課的教学用书，也可供其他性質各專業和中級农业工作者作为参考。

全書分上、下兩册出版。上册包括緒論至第十一章；下册包括第十二章至第二十七章。化学实验另以單行本發行。

农林性質专业适用

化 学

(試用本)

上 册

李友泰等編

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号
(北京市书刊出版业營業許可証出字第054号)

上海洪兴印刷厂印刷 新华书店发行

統一書号 13010·312 开本 850×1168 1/32 印張 7 6/16 插頁 1
字數 181,000 印數 169,001—189,000 定价(3) ¥ 0.65
1957年7月第1版 1959年9月上海第8次印刷

上册目录

前言	
緒論	1
第一章 化学的基本概念和定律	
原子——分子論	5
第一节 物質的概念	5
第二节 原子——分子論	6
第三节 物理現象和化学現象	8
第四节 元素、單質、化合物	10
第五节 原子量和分子量、克原子和克分子	11
第六节 化合价	13
第七节 元素的当量	14
第八节 化学的基本定律	15
第九节 元素符号、分子式、結構式	18
第十节 化学方程式	22
复習題	25
習題	25
第二章 無机物的分类	28
第一节 單質和化合物	28
第二节 氧化物	30
第三节 鹼类	33
第四节 酸类	37
第五节 鹽类	41
第六节 化合物的当量	45
复習題	47
習題	48
第三章 溶液	50
第一节 溶液的意义和重要性	50
第二节 溶解过程	50
第三节 各种物質的溶解性	53
复習題	59

第五节 酸鹼的滴定	66
复習題	67
習題	68
第四章 鹵族元素	71
第一节 氯	71
第二节 氯化氫和鹽酸	76
第三节 鹽酸的鹽类	78
第四节 氯的含氧化合物	81
第五节 溴、碘	83
第六节 溴、碘和氫的化合物	84
第七节 氟	85
第八节 氟和氫的化合物	86
第九节 鹵族元素的通性	88
复習題	90
習題	91
第五章 氧族元素	93
第一节 硫	93
第二节 硫化氫和氫硫酸	96
第三节 亞硫酸和亞硫酸	99
第四节 硫酸	101
第五节 硫酸鹽	102
第六节 硫酸鹽	106
复習題	107
習題	108
第六章 氮族元素	110
第一节 氮	110
第二节 氨	111
第三节 铵鹽	114
第四节 硝酸	115
第五节 硝酸鹽	119
第六节 氮在自然界里的循环	120
第七节 氮的固定和氮肥	122
第八节 磷	123

第九节 磷酐、磷酸和磷酸鹽	125	第五节 同位素	180
第十节 磷肥	126	第六节 分子的形成	181
第十一节 砷	128	第七节 氧化-还原反应	184
第十二节 砷的化合物	128	第八节 原子核反应	186
第十三节 氮族元素的通性	130	复習題	191
复習題	131	習題	192
習題	132	第十章 电离学說	194
第七章 碳族元素	134	第一节 溶液的导电性、电解	194
第一节 碳	134	第二节 电离学說的要點	195
第二节 一氧化碳	138	第三节 用电离学說解釋溶液的 导电和电解現象	196
第三节 二氧化碳(碳酐)	140	第四节 用原子結構学說解釋电 离学說	198
第四节 碳酸鹽	141	第五节 鹼、酸、鹽的电离	199
第五节 碳与硫及氮的化合物	143	第六节 电离的强弱	201
第六节 碳在自然界中的循环	144	第七节 电解質間的化学反应、 离子反应	204
第七节 硅	145	第八节 水的电离、氢离子濃度和 pH 值	207
第八节 二氧化硅(硅酐)	146	第九节 鹽类的水解	209
第九节 硅酸和硅酸鹽	148	复習題	210
第十节 自然界里的硅酸鹽、土 壤的形成	149	習題	211
第十一节 硅酸鹽工業	150	第十一章 膠体溶液	213
第十二节 碳族元素的通性	152	第一节 分散系	213
复習題	152	第二节 膠体溶液的制法	215
習題	154	第三节 膠体溶液的性質	217
第八章 門捷列夫周期律和元素 周期表	155	第四节 高分子物質的溶液	223
第一节 元素的分类	155	第五节 凝膠	224
第二节 門捷列夫的周期律	157	第六节 膠体化学的应用	225
第三节 元素周期表	160	复習題	226
第四节 元素周期表的意义	164	附录	227
复習題	166	1. 最重要的元素一覽表	227
習題	166	2. 酸和碱的百分濃度和比重	229
第九章 放射現象、原子結構	168	3. 門捷列夫的元素周期表	230
第一节 放射現象	168	4. 化学元素原子中各層电子的分 布	232
第二节 原子結構的概念	172		
第三节 原子結構和周期律	175		
第四节 原子結構和元素的性質	177		

緒 論

人类的全部历史都貫穿着人与自然的斗争。在这些艰苦而又漫长的斗争过程中,在物質的生产活动中,人类逐渐从低級向高級地認識了自然的現象、自然的性質和發現了自然的規律,并且进一步把这些規律应用到生产活动中去。这样,就产生了自然科学。自然科学是認識自然、利用自然和改造自然来發展生产事業的重要武器。

化学是自然科学中的一門科学,它帮助我們从大自然里取得国民經济所需要的一切东西,不断地为人类的生存和人类社会的發展創造物質条件。

在現代的生活,特别是工农业生产过程中,化学起着極其重要的作用,几乎没有一个生产部門能够离开化学。

自然界只供給我們矿石、煤、石油、鹽、空气、水和木材等原料,利用化学方法把它們加以处理,就可以得到工业、农业、国防上和日常生活中适合于人类需要的各种产品。例如:从矿石中煉出各种金屬,制成各种机器和农具;从煤和石油中制出汽油、染料、肥料、炸藥、医藥和杀虫藥剂等;利用食鹽制成重要的酸和碱;利用水和空气合成人造肥料;利用木材制成酒精、紙張和人造絲等等。

現代化学与化学工业已經获得了巨大的成就。它不仅最經濟地利用着天然資源和一切廢物,而且还能用人工方法合成人造橡膠、人造石油、人造纖維、塑料、染料和各种藥物等新产品。这样,人类的生产活动,將不再依靠在自然力的堅固基础上,生产事業的發展,將更好地由人类的需要来决定。

我国是世界上文明發达最早的国家之一。中华民族在科学上曾有过光輝的創造,在化学工艺方面發展得比埃及还要早。从古

籍和古物中証实：四千年前，我們优秀的刻苦耐劳的祖先就能制造具有科学和艺术价值的各种彩陶器皿。金屬的使用也以我国为最早。殷周时代已經有了精美的青銅器，战国时代已能冶鉄甚至还能煉鋼。根据近年来我国化学家对于古代金屬制品的分析，証明鋅和鎳两种金屬，也是在我国首先使用。此外，如造紙、火藥、指南針和印刷术等直接推动了世界文化發展的偉大發明，是我国劳动人民远在一兩千年以前对于人类的卓越貢獻。至于釀造、瓷器、油漆、染色、制革、制糖以及石油的發現，煤矿的开采、藥物的研究和应用等等，早給我国历史写下了燦爛的一頁。

但是，几千年来，由于我国長期受着封建主义的統治，特别是近百年內帝国主义的侵略和压迫，阻碍了生产力的發展，使我国的科学技术一直停留在落后状态，得不到应有的發展。

现在，由于人民革命取得了偉大的胜利，我国已进入新的历史时期，根本上鏟除了阻止科学發展的一切障碍；而且在党和政府的正确领导下，在全国劳动人民的辛勤劳动下，在苏联及其他人民民主国家兄弟般的援助下，化学和其他科学一样，获得了順利的發展和巨大的成就，从而改变了化学工業落后的面貌。例如：我国最薄弱的鋼鉄工業，在短短几年內，不仅恢复和扩建了原有的鋼鉄企業——鞍山鋼鉄公司，制出品質优良的鑄鉄与鋼材以及富有經濟价值的特种鋼与硬質合金，同时武鋼和包鋼兩大新型鋼鉄联合企業也正在形成。又如：石油和橡膠过去大部依賴国外的进口，現在不但國內的产品逐年增加，甚至人造石油已能生产，人造橡膠厂也正在兴建。他如氮肥、磷肥、农藥、医藥、染料、塑料、酸和碱等工業的發展和研究，在一定程度上，都有效地配合了国家社会主义經濟建設的需要。

上述这些新的成就，仅仅是我国社会主义建設事業的一个开端，今后在我国的生产部門，化学还要得到更广泛的应用和更迅速的發展，而且必須很快地把化学科学提高到世界的先进水平。

苏联党和政府認為化学与化学工業是發展国民經济的决定因素之一；所以对化学極為重視；同时，由于苏联化学家的積極努力，苏联的化学已进入空前繁荣的境地。現在苏联已經能够制造工業上所需要的一切金屬和品質优良的特种合金；制成富有經濟价值的高級航空汽油和代替金屬的塑膠；制成具有科学意义的人造脂肪和人造蛋白質；此外，如建立世界上第一座原子能發电站，把放射性同位素广泛地用在冶金、化学、机器、石油、建筑等工業和农林、医疗等科学研究方面所取得的成就，更进一步証明了苏联的化学科学在許多方面已經超过了資本主义国家，达到了世界上最先进的水平。

苏联的科学所以是最先进的，是因为：它是以馬克思列宁主义思想为指导的；它的任务在于認識自然和掌握自然的規律性；它的目的在于利用这些規律为人类的幸福和繁荣服务；同时，在科学内容中又吸取了人类在生产活动和科学領域里所創造的一切最美好的东西。

学习化学和学习其他科学一样，首先應該从观察和記錄現象开始。当积累了足够的記述材料时，便可对各种現象进行研究和分析，研究它們相互之間的关系，并揭露出各种現象的內在原因，以說明各种現象發生的本質。

为了达到这个目的，进行实验是必要的手段。实验是用人工方法使各种現象在便于研究的条件下重演。这方法在科学研究上是非常重要的，因为实验能使我們在較短的时间內，搜集到一系列有关的事实，便于对本質作深入的研究。

最初由观察或經驗得到的一些事实，还仅是一些感性知識。經過綜合、分析便提高到理性知識，最后根据实验的証实，得出了自然現象間关系的規律，便叫做定律。如果根据实验得到的材料，还不能完全說明各种現象的真实原因，在化学上就提出假說。假說是在事实的基础上提出来的，一种假說可以把許多現象用一个

总结的概念结合起来。如果假說不但可以解釋某些現象，而且可以推导出合乎事实的結論，預測出新的現象，那末这种假說就成为理論，也叫做學說。

化学上的定律、假說和學說，應該經得起随时用事实去考驗；如果与实践或实验相抵触，就要进一步加以研究或修正，甚至把它摒弃。

观察、記述、实验、推导定律、提出假說和确定理論是学习和研究化学的基本方法。

就培养农林畜牧等方面的建設人才來說，学习化学的目的主要在于：了解化学科学的基本系統知識和熟悉一般的化学实验技术，为学习农林畜牧等科学打下基础，以便更好地为社会主义建設事業服务。

第一章 化学的基本概念和定律

原子——分子論

第一节 物質的概念

人类生活在自然界里，我們本身就是自然界的一部分。整个自然界是由我們周圍的一切，如空气、水、天体、生物、土壤以及我們自己等等所組成的。

自然界的存在，通过我們的感覺器官就能覺察出来。例如我們可以用手摸到周圍的树木、房屋和別的东西，用眼睛看到天空的閃电和燃燒的火光，用耳朵听到震耳的雷声和美妙的音乐等等。在自然界中，这些能够被我們所感覺到的一切都是物質（материя；matter）。

物質虽然能引起我們的感覺，但它們却不依賴于我們的意識而存在。例如在黑暗的晚上，尽管周圍的东西什么也看不到，可是它們仍然是存在的。因此，所有存在于我們意識之外，即不依賴于我們意識而存在，而能引起我們感覺的客觀现实都是物質。

“物質是作用于我們的感官而引起感覺的东西。”——列宁。

物質絕不是靜止不動的，相反地，它永远处于运动、变化和發展的过程中。例如岩石在風化，河水在奔流，天体在運轉，动植物在生長和死亡等等。运动是物質的存在形式，沒有运动，物質便不可能發生任何变化。

在空間占有一定位置，并且具有一定形狀的东西，叫做物体。例如桌子、黑板、粉笔等等。

不同形狀的物体，可以由同一种材料構成。例如：試管，燒瓶和玻璃杯都是由玻璃制成的；銅絲、銅片和銅鍋都是由銅制成

的。象这种構成物体的，具有一定性質的材料，叫做“化学物質”（вещество；substance）^①。上述的銅和玻璃都是化学物質，但它們各具有独特的性質。这些不同性質的化学物質，就是化学研究的对象。

应当指出，物質（материя）这个概念不止包括物体，而且也包括像普通的光这样的东西。光也是一种物質，因为它也是客观存在的東西，它能對我們的眼睛發生作用而引起視覺，但它是一种特殊形式的物質，和物体不同，它不是由原子、分子組成的。

第二节 原子——分子論

早在公元前五世紀，希臘哲学家德謨克利特等曾經假想自然界里的一切东西都是由極小的、不能再分的粒子——原子所組成。这种概念，最初只是用在物理現象的解釋上。

俄国的偉大科学家罗蒙諾索夫（1711—1765）首先用原子和分子理論来解釋化学現象。他根据化学物質由粒子（就是現在的分子）構成的概念，正确地解釋了連当时最有名的科学家也完全誤解的許多現象。

和罗蒙諾索夫同时代的人，都認為能够燃燒的物体內，含有一种特別的“引火物”，叫做“燃素”。那些人就利用“燃素”来解釋燃燒，他們确信物質燃燒时，燃素就从物質里分解出来。

只有罗蒙諾索夫坚决反对神秘的燃素學說，他根据实验結果，用自己独特的見解，肯定了物質被燃燒时，根本不会分解出来什么

① 1. вещество 一字，过去也譯成“物質”，与 материя 的譯名相混同，造成了观念上的混淆。現在許多人主張將 вещество 改用另一譯名，先后提出有实物、質素、物素、實質等名詞，至今尚未統一。在統一的譯名還沒有正式決定以前，本書暫用“化学物質”一名來譯 вещество；而在下文中，當沒有誤會可能時則將“化学物質”一名省稱為“物質”，这样做虽不完全妥當，但改動較小，与旧有習慣比較符合。

2. 化学物質，即構成物体的物質，是物質的一种形式。它和物質的另一種形式——場（如電場、磁場、引力場等）——不可分割地联系在一起。上面所提到的光就是場，它是一種電磁場。

神秘的燃素，而只是空气的粒子和能够燃烧的物质进行了化合。这就简单而明确地阐明了燃烧作用的本质。

米哈伊尔·华西里叶维奇·罗蒙诺索夫，1711年出生于俄罗斯北方农村里的一个渔民家里。当时作为一个渔民的子弟，要研究科学是很困难的。但是，由于他热爱科学和不屈不挠地艰苦奋斗，终于成为世界上伟大的科学家和思想家。



罗蒙诺索夫(1711—1765)

1730年，罗蒙诺索夫到达莫斯科，依靠他的天才和努力，居然

考入了斯拉夫——希腊——拉丁学院。他不顾学院中困难的环境和恶劣的物质条件，顽强地学习着，终于因为成绩优异，被推荐入彼得堡科学院去研究科学。

后来他又被派到外国留学。他在外国学得了当时最著名的科学家所能教他的一切学问。

1741年，他回到俄国科学院，开始热烈地进行学术研究和实际工作。同时他还对在科学院盘踞高位具有恶势力的外国科学家们进行着不调和的斗争。这些外国科学家们妨害罗蒙诺索夫的工作，不让他有工作必需的条件，不印他的学术论文。

罗蒙诺索夫虽然在这种困难的环境下来进行工作，但他在许多科学部门的成就，仍然远远地超过同时代的其他科学家。

在化学方面，他发现了质量守恒定律、物质永恒运动定律，创立了物质结构的粒子学说，并运用它来解释物质的性质。他解释了好多物理现象和化学现象，又创立了当时所没有的一门科学——物理化学。

他组织了俄国的第一个、也是世界上的第一个教学用的化学实验室。他自己制造了许多重要的，在当时最准确的实验仪器和设备。

他把科学和实践、天然财富的开采和国家生产力的发展密切地联系起来。1742年他著了冶金学，发明了彩色玻璃的制造法，并且建立了制造彩色

玻璃鑲嵌圖画的工厂。

他是物理学家、化学家、矿物学家、地质学家、气象学家、地理学家、天文学家、制图学家、语言学家、历史学家和诗人。他在一切知识领域中开辟了新的道路。

罗蒙诺索夫死于1765年。他的一生在整个世界科学的历史上具有非常伟大的意义。他是劳动人民出身的天才儿女，把毕生的精力无保留地献给了劳动人民的科学事业。

在罗蒙诺索夫之后约五十年，英国科学家道尔顿(1766—1844)根据物质的最小粒子——原子——的概念，提出了比较具体的原子说，来说明物质发生化学反应时的本质。

后来经过很多科学家努力研究的结果，证实了关于物质原子分子结构的正确性，并使原子说逐步发展成为现代科学上重要的理论，这理论叫做原子——分子论。原子——分子论的要点如下：

1. 一切化学物质都是由分子组成的。

分子是物质中保持着原有的成分和一切性质的最小粒子。

2. 分子是由更小的粒子——原子——所组成。

原子是不能用化学方法再分的最小粒子。

3. 原子和分子永远处于不停的运动状态。

这个理论在化学上是非常重要的，因为它是现代化学的理论基础。它可以解释化学上的许多现象。

由于近代科学的发展，更进一步证实了原子结构的复杂性。原子是由更小的粒子(电子、质子等)所组成，这将在原子结构中以讲述。

第三节 物理现象和化学现象

世界上所发生的一切变化，不管它是机械的移动，或者是较复杂的，或较深刻的变化，都叫做现象。

有很多现象，变化的只是物体的状态，而组成物体的物质则不

变。这类现象叫做物理现象。在发生物理现象时，分子的原子组成不变。例如一块冰受热熔化成水，水受热变为水蒸气，变化的只是它们的形态，而它们的分子中的原子组成仍然保持不变，所以它们的性质也不变。

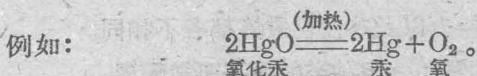
也有很多现象，当它们发生时，物体的状态和组成物体的物质都起了变化，结果使原来的物质转变为具有不同性质的新物质。这类现象叫做化学现象，也叫做化学反应。在发生化学反应时，参加反应的物质的分子都发生了改组，它们的原子从一种分子转移到另一种分子中去。因此，反应产物的分子就和原料物的分子不同，它具有另外的原子组成。例如：一块坚硬而光亮的铁，受潮后表面就会产生一种疏松的铁锈，铁锈和铁无论在形态上和性质上，都是完全不同的两种物质。这是由于它们分子中的原子组成有了差异的缘故。

在自然界里，物理现象和化学现象是十分普遍的，而且它们常常伴随发生。例如镁燃烧生成氧化镁时，会放出白亮的光。研究这类现象，也是学习化学的任务。因此化学是：

研究化学物质的性质、组成、结构和变化以及伴随这些变化而发生的各种现象的一门科学。

化学反应有以下三种基本类型：

1. 分解反应 就是从一种物质的分子生成两种或多种新物质的分子的反应。



2. 化合反应 就是两种或多种物质的分子变成另一种物质的分子的反应。



3. 置换反应 就是一种单质分子里的原子代替了化合物分

子里另一种元素的原子的反应。



很多化学反应有时單靠物質間的相互接触是不能完成的，它常常需要給以必要的条件。最重要的条件如下：

1. 加热 加热是引起和加速許多化学反应最重要的条件之一。例如使煤燃燒或油灯点燃，就必需把它們加热到一定的温度，才能着火，此后又由于燃燒本身放出一定的热量，保证了燃燒反应的繼續进行。

2. 加催化剂 对于某些化学反应，催化剂的作用十分重要。例如当加热氯酸鉀制氧气时，作用很慢，如果掺进二氧化錳作催化剂，氧气便会迅速地放出。

3. 光的作用 很多化学反应，例如植物的光合作用和照相底片的感光，都是在光的作用下进行的。

4. 电流作用 电流也能引起很多化学反应的产生。例如水的电解等。

5. 机械的作用 在很多情况下，机械的作用也能引起化学反应的發生。例如錘击或摩擦炸藥，炸藥就会爆發。

第四节 元素。單質。化合物

1. 元素 自然界中存在着各式各样的不同种类的原子。各种原子的質量、化合能力以及其他性質等都各不相同。

具有相同化学性質的一定种类的原子叫做元素。

应该指出：一定种类的原子，不管它是处在游离状态还是含在化合物的分子內，都叫做元素。例如氧元素这个名称，可以适用于游离状态的氧原子，也可以适用于化合物分子（如水分子）內的氧原子。

2. 單質和化合物 不管是單質的分子还是化合物的分子都

原子的質量便等于 1.008 氧單位。

分子还是非常渺小的。所以分子量的單位和原子量的單位一样,也用氧單位来表示。因此:

物質的分子量就是用氧單位来表示的某物質的分子的質量。

例如氫(H_2)的分子量約等于 2 氧單位,水(H_2O)的分子量約等于 18 氧單位等。

通常在原子量或分子量的数字后面并不写明單位,但是必須知道,这个数字就是指的氧單位数。

2. 克原子和克分子 在化学工作實踐中,化学家还采用了叫做克原子和克分子的新單位,来表示物質的一定的量。

克原子就是用克做單位来表示的某元素的一定的量,在数值上等于它的原子量。

例如:氫的原子量是 1.008,它的一克原子就等于 1.008 克;鉄的原子量是 55.8,它的一克原子就等于 55.8 克(圖 1)。

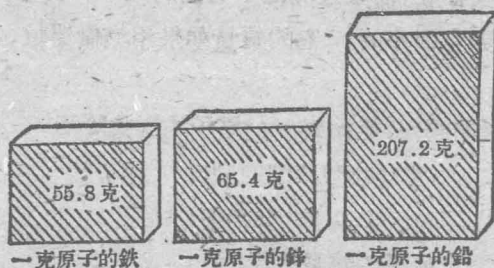


圖 1. 几种金屬的克原子。

如果用元素的实际質量去除它的克原子,就会知道各种元素的一克原子里所含有的原子的数目。

例如: 1 克原子氫所含的原子个数

$$= 1.008 \text{ 克} / 0.1663 \times 10^{-23} \text{ 克} = 6.02 \times 10^{23};$$

1 克原子氧所含的原子个数

$$= 16 \text{ 克} / 2.66 \times 10^{-23} \text{ 克} = 6.02 \times 10^{23}。$$

由此可知：各种元素的一克原子里都含有相同数目的原子。
即 6.02×10^{23} 个原子。

克分子就是用克做单位来表示的某物质的一定的量，在数值上等于它的分子量。

例如水的分子量约是 18，它的一克分子就约等于 18 克；硫酸的分子量约是 98，它的一克分子就约等于 98 克（圖 2）。



圖 2. 水的一克分子和硫酸的一克分子的比較
(在同样的玻璃杯里)。

用推求各种元素的一克原子中含有等数原子的方法，可以知道各种物质的一克分子里也含有相同数目的分子，即 6.02×10^{23} 个分子。

用克原子和克分子来表示物质的质量，大大地简化了物质在科学上和实用上的各种计算。

第六节 化合价

1. 化合价的初步概念 化合价是元素的重要性之一。在初中化学里已经学习过。那就是说：任何元素的一个原子能和几个氢原子化合或者能置换出几个氢原子，这个被化合或被置换出的氢原子数就是这种元素的化合价。

元素的化合价通常以氢等于 1 作为标准来推断。因此根据氯化物 HCl 、 H_2O 、 NH_3 、 CH_4 的分子式，便可以說：氯是 1 价，氧是 2 价，氮是 3 价和碳是 4 价。

但是氢并不能和所有的元素化合，而氧化物比较广泛，所以元素的化合价，也常常用氧来决定，以氧的化合价等于 2 作为标准。因此根据氧化物 MgO 、 ZnO 的分子式，便可以說：镁和锌都是 2 价。

此外，只要知道了化合物分子中任一元素的化合价，那末别种