

全国统编农民职业技术教育教材

中 级 本



农用化学知识

北京农业大学编

农业出版社

前 言

我国农业正在由自给半自给经济向着较大规模的商品生产转化,由传统农业向着现代农业转化,广大农民从自己的切身经验中,越来越认识到掌握科学技术和经营管理知识的重要,一个学科学、用科学的热潮正在广大农村兴起,我国农民教育开始进入了一个新的发展阶段。为适应广大农民和农业职工,特别是农村干部、农民技术员和亿万在乡知识青年的迫切需要,加强农村智力开发,进一步推动农民职业技术教育和培训的发展,农牧渔业部和教育部共同组织全国有关力量编写了农民职业技术教育教材。

这套教材针对农民职业技术教育对象面广量大、文化程度不齐、学习内容广泛、办学形式多样,以及农业地区性强等特点,采取全国与地方相结合,上下配套的方式编写。对通用性强的专业基础课和部分专业技术课教材组织全国统编,由农业出版社出版;地区性强的专业技术课教材组织省(片)编写出版。第一批全国统编教材共五十三本,其内容包括种植业、畜牧业、水产业和农业机械四部分,除水产教材外,其余均分初级和中级本两类。培养目标是分别达到初级和中级农村职业学校毕业的水平。

初级本大致按五百学时编写,适用于具有初中和部分基础较好的高小文化程度的青壮年农民学习,中级本大致按一

千学时编写，适用于具有初、高中文化水平的青壮年农民学习。这两类教材可作为各级各类农民、农业职工技术学校及专业培训班的教材。其中农机教材的初、中级本，主要适用于县办农业机械化学学校（班）培训拖拉机手和农民农机技术人员使用。水产教材主要适用于渔民和渔业职工进行技术教育和培训。以上教材还可供农业中学、各类农村职业学校和普通中学增设农业技术课，以及自学者选用。由于各地情况不同，使用这些教材时，可因地制宜根据需要作适当增删。

为了使教材适合农民的需要，便于讲授和学习，在编写上把实用性放在第一位，强调理论联系实际、说理清楚、深入浅出、通俗易懂。并在每章后编有复习思考题，书后附有必要的实验、实习指导。

这是第一次由全国统一组织为农民编写的职业技术教材。由于缺乏经验，使用中有何问题，请提出批评、建议。以便日后修订，使之更加完善。

中华人民共和国农牧渔业部

中华人民共和国教育部

一九八三年八月

目 录

绪言.....	1
第一章 基本概念.....	5
第一节 空气	5
第二节 氧气	8
第三节 分子	14
第四节 原子	16
第五节 元素、元素符号和同位素	20
第六节 分子式和分子量	26
第七节 化学方程式	30
第八节 摩尔	39
第二章 物质结构初步知识	49
第一节 氢气	49
第二节 原子结构、元素周期表	54
第三节 分子的形成	61
第四节 化合价	67
第三章 溶解和结晶	71
第一节 水	71
第二节 溶解过程	75
第三节 溶解度	77
第四节 物质的结晶	85
第五节 混合物的分离	88
第四章 碱、酸、盐、氧化物	94
第一节 电解质和非电解质	94
第二节 碱	99

第三节	酸	103
第四节	盐	106
第五节	氧化物	119
第六节	无机化合物分类及相互关系	122
第五章	溶液的浓度	126
第一节	几种简便浓度表示法	126
第二节	百分浓度和百万分浓度 (ppm)	128
第三节	摩尔浓度、质量摩尔浓度	134
第四节	克当量浓度	137
第五节	溶液的性质	146
第六章	胶体溶液、缓冲溶液	154
第一节	胶体溶液	154
第二节	高分子溶液	160
第三节	缓冲溶液	162
第七章	常见元素及其主要化合物	170
第一节	氧化-还原反应	170
第二节	卤素及其化合物	176
第三节	硫及其化合物	184
第四节	氮、磷、砷、碳、硅、硼及其化合物	194
第五节	钠、钾、钙、镁的化合物	211
第六节	铜、锌、铬、锰、铁的化合物	224
第八章	有机化合物、烃	233
第一节	有机化合物概述	233
第二节	烃的分类、来源与用途	239
第三节	烃的结构、命名、性质	241
第九章	烃的衍生物	269
第一节	卤代烃	269
第二节	醇、酚、醚	274
第三节	醛、酮	293
第四节	羧酸	301

第五节 酯、脂类	314
第六节 胺、酰胺	331
第七节 杂环化合物	343
第十章 糖 (碳水化合物)	355
第一节 糖的概述	355
第二节 单糖	356
第三节 二糖	366
第四节 多糖	369
第十一章 蛋白质	377
第一节 氨基酸	378
第二节 蛋白质	387
第三节 酶	406
实验	415
实验一 化学实验基本操作	417
实验二 粗盐的提纯	423
实验三 溶液的配制	425
实验四 碱、酸、盐的性质, 缓冲溶液的性质, 胶体 溶液的制备及性质	427
实验五 非金属元素及几种常见阴离子的鉴定	430
实验六 金属元素及几种常见阳离子的鉴定	435
实验七 土壤酸碱性的测定及几种化肥的鉴定	440
实验八 中和滴定法基本操作练习	443
实验九 烃的性质	448
实验十 乙醇、苯酚、乙醛和胺的重要性质	451
实验十一 葡萄糖、果糖、蔗糖、淀粉、纤维素和蛋 白质的重要性质	454
附录	457
一、试剂的配制	457
二、火焰焰色	460
三、阴、阳离子贮备试液	460

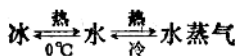
四、酸、碱和氨的溶液在15°C时的比重461

五、酸、碱和盐的溶解性表 (20°C)463

绪 言

化学是研究物质的化学组成、结构、性质、变化以及合成新物质等的科学。

自然界是由物质构成的。物质是指占有空间和具有质量的任何东西。象空气、水、土壤、食盐、矿石、煤、石油、农药、化肥等都是物质。一切物质都在不停地运动和变化着。物质运动和变化形式是多种多样的。



此式是水的气态、液态和固态三种状态发生的互变，但本质没有发生变化，因为水、冰和水蒸气仍是同一种物质，只是状态不同而已。应该指出，绝大多数物质在不同条件下都具有气、液、固三态。例如，固态铁受热到 1535°C 时变成液态铁（铁水），继续受热到 2750°C 时变成气态铁，但固态铁、液态铁和气态铁也都是同一种物质。水由液态变为固态或气态，铁由固态变为液态或气态，都只是物质的状态发生了变化，并没有生成其它物质。这种在变化过程中只有外形或状态的改变而没有新物质生成的变化叫物理变化。再如敌敌畏加乳化剂也是物理变化。

另一种变化如：



硫酸铵 + 熟石灰 $\rightarrow$ 氨气 $\uparrow$ + 硫酸钙 + 水

二氧化碳 + 水 $\xrightarrow[\text{光}]{\text{叶绿素}}$ 碳水化合物 + 氧气

碳水化合物 + 氧气 $\rightarrow$ 二氧化碳 + 水 + 热

以及敌敌畏和其他有机磷农药遇碱失效等均有新物质生成。这种在变化过程中有新物质生成的变化叫化学变化（或化学反应）。物质在化学变化时表现出来的性质叫做化学性质；物质不需要发生化学变化就能表现出来的性质，如颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、比重、溶解性等，叫做物理性质。表达物理性质的数字叫做物理常数，如铜的熔点 1083°C ，比重 8.92克/厘米^3 ，铁的熔点 1535°C ，沸点 2750°C 等就是物理常数，可从理化手册查得。

化学变化是比物理变化高一级的运动形式。一种高级运动中常常包含低级运动，蜡烛燃烧是化学变化，但蜡烛在燃烧之前先得化成蜡油则是物理变化。“生命”运动是高级的运动，叫做生命现象，同样在它的运动过程中也含有低级运动形式。农业研究的对象是动植物，其生长发育都离不开营养成分，如糖类、脂肪、蛋白质在体内的转化（贮藏与消耗），但这一般叫生物化学变化。要掌握生物化学变化的规律，必须有一定的化学知识为基础，这也是我们需要学好一些化学知识的原因。

化学变化的快慢和进行的程度，则取决于物质本性（内因）和影响化学变化的外在因素——浓度、温度和催化剂等。内因决定化学变化的可能性，外因能改变化学变化的快慢和进行完全的程度。

化学在农业上的作用是很重要的，涉及面极广。例如，

搞现代化的栽培可以在室内进行无土栽培，从而使蔬菜的生产首先实行工厂化；为了抵抗大自然的各种灾害，生产许多化学制剂，有的起保花保果的作用，有的可以促使早熟，有的可以蹲苗抗旱，有的使果皮色艳、皮厚有利运输；有的可以杀虫灭菌；有的可以促使落叶以适应机械化收割；搞免耕法要用除草剂；化肥可直接提供生物所需要的养分；农副产品的加工贮藏为了讲究质量也和使用某些化学药剂分不开；一些塑料产品的应用要考虑它对农作物生长是否有害和耐久使用的问题；至于农副产品进出口更要求一定的化验手续，保证质量（如保证没有有害成分）等。还有随着工业的发展，工业“三废”——废水、废气、废渣对水源、土壤和大气的污染，更直接影响农副产品的质量和数量，也危及人类的健康。分析和解决上述问题无不需要化学知识为基础。

在日常生活中处处都会遇到化学问题，如有的地方用烂菜帮喂猪，有时会发生猪死亡的现象，通过化验分析知道这是因为白菜帮堆放时间较长和用时闷煮，使白菜内的硝酸盐转化为亚硝酸盐而引起中毒。如果将菜帮通风晾干贮藏，用时开锅煮熟喂猪就能避免。又如“六六六”、“滴滴涕”等有机氯农药能在植物体内积累，而动物吃了含“六六六”的饲料会在动物体内积累，人吃了这些动植物制品又会引起在人体内积累，这就是通过所谓“食物链”影响人的健康。所以使用时要慎重考虑。

总之，化学与农业生产和农业科学关系很密切。农、林、牧、渔业生产，科学研究及人们的日常生活等很多方面都涉及到化学知识。化学又是其他农业科学的一门重要基础课，如土壤、肥料、动植物生理生化、植物保护、畜禽饲养、兽

医病理、药理等学科均需化学基础知识。本教材的基本内容一方面是在化学科学的领域里介绍一些化学基础知识；另一方面也是为有关后续课程打好必要的化学基础。

希望农村青年同志们和同学们，在学习化学中要坚持理论联系实际的原则，牢固地、系统地掌握化学基础知识和基本技能，做好化学实验，逐步地学会用所学的化学知识去分析和解决农业生产和科学技术上的问题。在学习过程中树立辩证唯物主义观点，为攀登科学技术高峰打好坚实的基础，使自己成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者，为伟大社会主义祖国四个现代化多做贡献。

第一章 基本概念

第一节 空 气

空气是我们很熟悉的物质，我们一刻也不能离开空气而生存。但人们对空气成分的研究却比较晚，这是因为空气是一种看不见又闻不着气味的气体。过去误认为空气是一种单一成分的物质，后来经过对燃烧现象和对空气组成的深入研究，才认识到空气是由多种气体构成的。

根据实验测定，空气的成分按体积计算，大致是：氮气78%，氧气21%，惰性气体0.94%，二氧化碳0.03%，其它气体和杂质0.03%。

这说明空气是由多种气体混和而成的，其各成分仍然保持着它们原有的特征性质。

空气的成分一般说来是比较固定的。但是，随着工业的发展和燃料用量的激增，排放到空气中的一些有害气体和烟尘，改变了部分地区空气的成分，并且使空气受到污染。例如，煤燃烧产生的废气，石油化工厂排放的有害气体，汽车排气形成的烟雾，等等，使一些城市的空气污染日益严重。我们一定要采取各种措施，防止空气受到污染，保护环境，为人类生活提供清洁的空气。

空气是取之不尽，用之不竭的天然资源，空气里的氧气

除供呼吸和帮助燃烧外，还用于许多工业生产上，空气里的氮气是生产氮肥的原料。在高压和低温条件下可把空气液化，再利用空气里各成分的沸点不同（表1），分别蒸发即可分离得到纯净的氮气、氧气、氩气等。例如，工业上为了制得大量氧气，首先在低温高压下把空气转变为淡蓝色的液态空气，然后逐渐升温，由于液态氮的沸点比液态氧的沸点低，氮气先从液态空气里蒸发出来，剩下的主要就是液态氧了①。

表1 液态空气各成分的沸点（℃）

氮	氧	氩	氮	氩	氮	氩
-195.8	-182.8	-268.9	-245.9	-185.9	-152.3	-107.1

现在我们先简略地认识一下氮气和惰性气体的性质和用途。

氮气是无色、无气味的气体。在通常情况下，它很难跟其它物质发生反应。但是在一定条件下，氮气也能跟其它物质发生化学反应。我们常利用氮气的这种性质来制取氮肥、炸药、医药、染料等。因此，氮气是一种重要的化学工业原料。氮气对农业生产也很重要，空气里的氮气被豆科作物根瘤菌固定后，能够成为作物的氮素养料。工业上也常利用氮气的稳定性而用它做保护气。

氮、氖、氩、氪、氙等气体都是无色、无味、无臭的气体，在一般的情况下不跟其它物质发生化学反应，表明它们的化学性质极不活泼，因此统称为“惰性气体”。又因惰性气

① 惰性气体因为量很小，不至于影响氧的纯度。

体在空气里的含量很少，所以又叫做稀有气体。当然，惰性气体的惰性是相对的，而不是绝对的，例如在一定的条件下，有些惰性气体也能跟某些物质反应，生成其它物质。我们常利用惰性气体的稳定性，用它们作保护气，如灯泡里充入氮气和氩气，可以减少灯丝在高温时气化，从而使灯丝可以在较高的温度下发出较强的光并延长灯泡的使用寿命。

惰性气体在通电时会发出各种颜色的光，因而在电光源中有其特殊的应用。如充入氙气的灯管通电时会发出紫蓝色光；充入氦气的，通电时会发出粉红色光；充入氖气的，通电时可发出红光，能穿透浓雾，所以氖灯可用作航空、航海的指示灯。五颜六色的霓虹灯就是利用惰性气体的这种性质制成的。在石英玻璃灯管内充入氙气，通电时能发出比荧光灯强几万倍的强光，通常被誉称为“人造小太阳”，用于广场、体育场、飞机场的照明。

此外，氮气在原子反应堆里用作冷却剂，氦气、氩气、氙气还可用于激光技术等方面。

复习思考题

1. 空气的主要成分是什么？
2. 空气里的氮气是生产氮肥的原料，试简要说明怎样把氮气从空气中分离出来。
3. 下列关于惰性气体的叙述，哪些是错误的？把错误的叙述加以改正。
 - (1) 惰性气体是氮、氦、氩、氪、氙等气体的总称。
 - (2) 惰性气体不跟其它物质发生化学反应。
 - (3) 灯管里充入氦气、氖气或氩气等惰性气体，通电时会分别发出不同的有色光。

第二节 氧 气

一、氧气的制法 在实验室里，一般用给氯酸钾或高锰酸钾加热的方法来制取氧气。用氯酸钾制取氧气，通常放入少量二氧化锰来加速反应的进行。

〔实验1—1〕 把少量氯酸钾放在试管里加热，可以看到氯酸钾熔化后，才开始缓慢地放出气泡，这时用带火星的木条插入管口，木条着起火来。

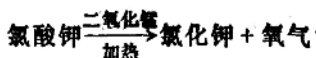
〔实验1—2〕 把少量二氧化锰放在试管里加热，用带火星的木条插入管口，木条不着火。

〔实验1—3〕 把少量掺有二氧化锰的氯酸钾放在试管里，稍稍加热，即可放出大量气体，用带火星的木条插入管口，木条着起火来。

从上面的实验可以看到，给氯酸钾加热到较高温度时，有氧气放出，给二氧化锰加热，并没有氧气放出。但受热不放出氧气的二氧化锰，却有使氯酸钾在较低的温度下迅速放出氧气的作用。人们通过实验证明，二氧化锰在这个反应里并没有消耗，反应前加入多少，反应后仍有多少，并且化学性质没有改变。这种在化学反应里能改变其它物质的化学反应速度，而本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有改变的物质，叫做催化剂（或触媒）。催化剂在反应里所起的作用叫做催化作用。在许多化学工业里，如生产硫酸、合成氨时都要选用适当的催化剂来加快化学反应速度，从而提高单位时间的产量。

给氯酸钾加热，除了生成氧气外，还生成另一种物质氯

化钾。这个化学反应可以表示如下：



氧气微溶于水，可用排水法收集（图1）。

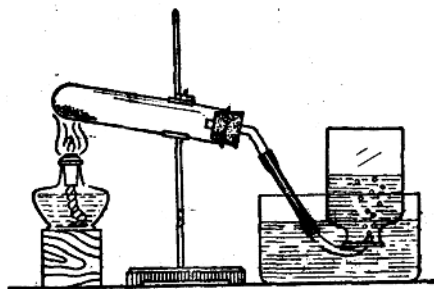


图1 制取氧气

〔实验1—4〕 把氯酸钾和二氧化锰混和（一般按3：1的质量比混合）均匀后，放在试管里，用带有导管的塞子紧塞管口。管口略向下倾，固定在铁架台上。给试管加热。用排水法收集氧气一瓶（由于氧气比空气重所以也可用向上排空气法收集）。用带火星的木条插入瓶口试验，证明集气瓶里收集的是氧气。

高锰酸钾比氯酸钾容易分解，只要略微加热就能放出氧气，不需催化剂。给高锰酸钾加热生成氧气的化学反应，可以表示如下：



在给氯酸钾加热制氧气的反应里，氯酸钾生成了氯化钾和氧气。在给高锰酸钾加热制氧气的反应里，高锰酸钾生成

了锰酸钾、二氧化锰和氧气。这类由一种物质生成两种或两种以上其它物质的反应叫做分解反应。

二、氧气的性质

(一) 物理性质 在通常状况下,氧气是一种没有颜色、没有气味的气体,微溶于水。在标准状况下(指 0°C 和一个大气压),氧气的密度是 1.429克/升 ,比空气略重(空气的密度是 1.293克/升)。常压下,氧气在 -183°C 时变为淡蓝色的液体,在 -218°C 时变成雪花状的淡蓝色固体。

(二) 化学性质

1. 氧气和非金属的反应 [实验1—5]

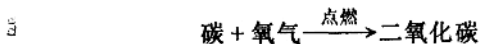
把一小块木炭放在燃烧匙里,加热发红,然后连木炭带燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶里,可以看到木炭燃烧更旺,并发出白光(图2)。等燃烧停止后,立即向瓶内倒进一些澄清的石灰水,振荡,石灰水变浑浊。



图2 木炭在氧气里燃烧

木炭(主要成分是碳)在氧气里燃烧比在空气里剧烈,燃烧时放出热量,燃烧后生成的气体能使石灰水变浑浊,证明这种气体是二氧化碳。

这个化学反应可以表示如下:



氧不仅能与碳反应,在一定的条件下,还能与硫、磷等大多数非金属反应,而且反应比在空气中要剧烈。

