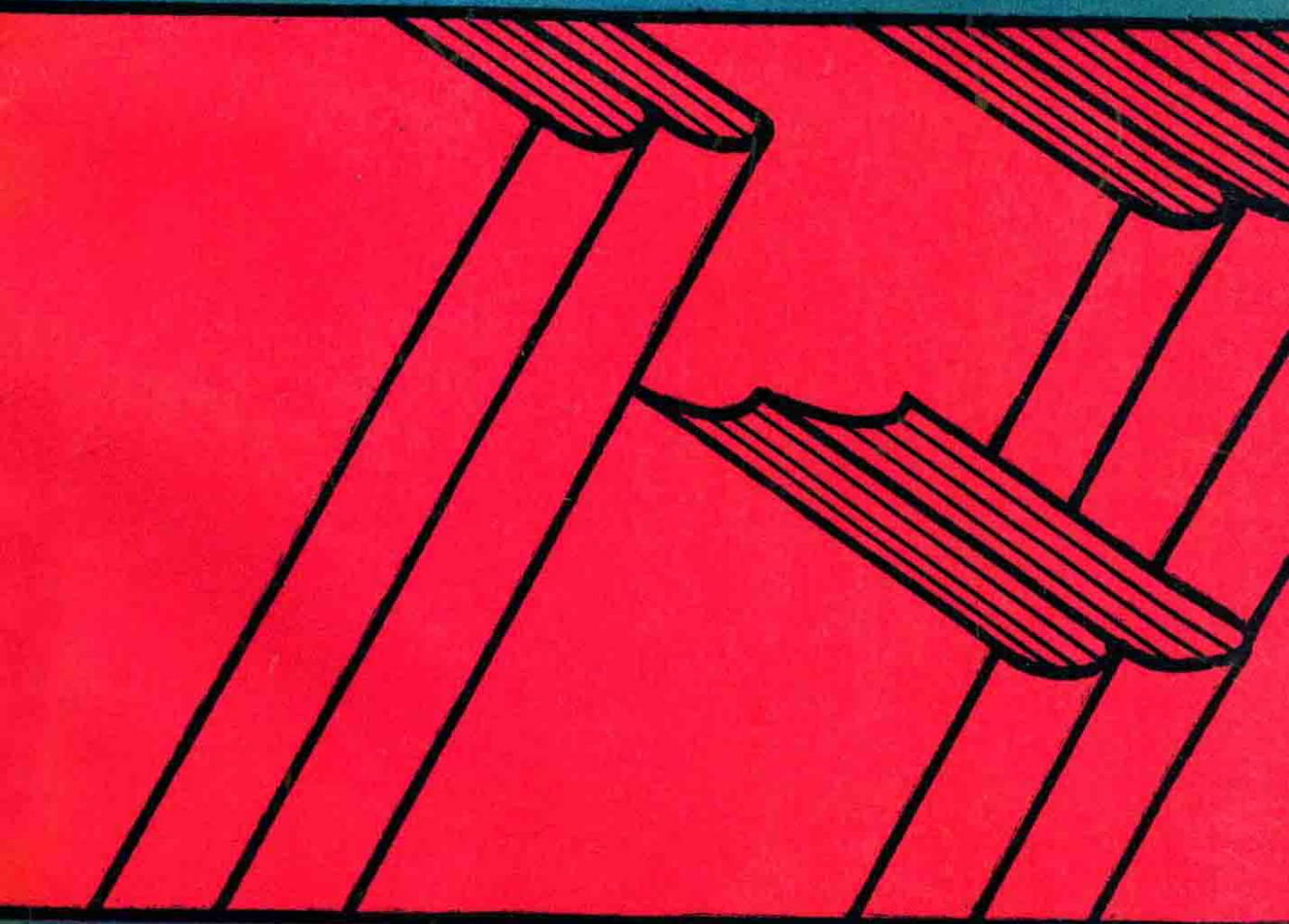


成人高等师范专科小学教育专业教材

(理科方向)

自然科学概论 (二)化学

主 编 周鼎元



高等教育出版社

成人高等师范专科小学教育专业教材

(理科方向)

自然科学概论

(二)

化 学

主 编 周鼎元

编写人员 周鼎元 杨亦农

黄兰芬 陆平平

高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本教材是为小学教师进修高等师范专科小学教育专业(理科方向)而编写的。内容有:大气和水、化学反应速率与化学平衡、电离平衡、氧化与还原、物质结构基础和元素周期律。主要无机物和有机物,以及化学实验等。全书根据小学教师在职、成人、师范教育特点,安排了阅读、习题、参考资料,方便学员业余进修及自学。

图书在版编目(CIP)数据

自然科学概论 (二):化学/周鼎元主编。—北京:高等教育出版社,1995

小学教师进修教材

ISBN 7-04-005700-X

I. 自… II. 周… III. 自然科学-化学-概论-进修学校,教师-教材 IV. ①N-43②06-43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 20510 号

高等教育出版社出版发行

北京沙滩后街 55 号

邮政编号:100009 传真:64014048 电话:64054588

上海市印刷三厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 12.25 插页 1 字数 315 000

1996 年 5 月第 1 版 1996 年 5 月第 1 次印刷

印数 0 001—14 091

定价 13.00 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换。

版权所有,不得翻印

前 言

本教材由上海市教育委员会师资处组织编写,供小学教师进修成人高等师范专科小学教育专业理科方向使用。

设置小学教师进修成人高等师范专科小学教育专业是以中国教育“面向现代化、面向世界、面向未来”为指导,旨在全面提高小学教师的思想政治、职业道德、专业知识、教育理论、教育教学能力、教育教学研究能力等素质,建立一支适应 21 世纪初等教育改革发展需要的新型的小学师资队伍。

编写小学教育专业的教材,力求从我国社会发展的客观要求和小学在职教师的特点出发,体现时代的先进性和创新性;知识体系的科学性和系统性;师范教育的专业性和综合性;教材内容的应用性和针对性。编者在编写时尽可能把最新的研究成果吸收并渗透到各课程教材中去;在专业知识的安排上,注意与中等师范和高等师范本科阶段知识结构的衔接;在综合知识方面,针对小学教师既有明确的学科走向,也能兼教其他学科的需要,加强基础,拓宽知识面;在教材的编排体例上,根据小学教师在职、成人、师范教育的特点,安排了学习提要、思考与练习、参考资料等,便于学员业余进修及自学。

为保证教材质量,我们在编写该教材的课程大纲时,请有关专家进行了论证。在教材完稿后,又请专家进行审定,然后修改完稿。

由于小学教育专业教材的编写是一项全新的工作,不当之处在所难免,希望广大读者和专家给予批评、指正。

上海市教育委员会师资处

1995 年 6 月

目 录

绪论	1
第一章 大气和水	3
第一节 大气	3
第二节 水	12
第三节 溶液	18
第四节 胶体	27
习题	31
第二章 化学反应速率 化学平衡	33
第一节 化学反应速率	33
第二节 化学平衡	38
第三节 合成氨工业	47
习题	53
第三章 电离平衡 沉淀溶解平衡	55
第一节 弱电解质的电离平衡	55
第二节 溶液的酸碱性	60
第三节 沉淀和溶解	66
习题	74
第四章 氧化与还原 电化学	76
第一节 常用的氧化剂和还原剂	76
第二节 标准电极电位表	81
第三节 化学电源	86
第四节 电解	93
习题	100
第五章 物质结构	102
第一节 原子的核外电子排布	102
第二节 元素周期律	113

第三节	化学键	122
第四节	分子间作用力 晶体	131
习题		141
第六章	单质	143
第一节	金属概述	143
第二节	过渡元素和配位化合物	146
第三节	金属的腐蚀和保护	151
第四节	金属材料	158
第五节	非金属概述	166
第六节	几种重要的非金属	169
习题		174
第七章	无机化合物	175
第一节	氧化物	175
第二节	酸	186
第三节	碱	189
第四节	盐	192
习题		201
第八章	烃	203
第一节	有机物的特点	203
第二节	烃	209
习题		247
第九章	烃的衍生物	250
第一节	醇 醚 酚	250
第二节	醛和酮	259
第三节	羧酸及其衍生物	264
第四节	含氮化合物	276
习题		280
第十章	人类生活与有机化学	282
第一节	碳水化合物	282
第二节	蛋白质	293
第三节	合成高分子化合物	299

第四节 几种有机物简介	308
习题	315
化学实验	317
实验规则	317
化学实验室安全注意事项	317
意外事故的处理	318
化学实验常用仪器	319
化学实验的基本操作	325
实验一 简单的玻璃加工和塞子钻孔	339
实验二 点火成蛇	343
实验三 水面鞭炮	344
实验四 吹气变色	345
实验五 化学制冷	346
实验六 燃烧成字	347
实验七 瓶中烟火	348
实验八 自制晴雨表	349
实验九 指纹检验	350
实验十 蓝瓶子和红瓶子	350
实验十一 检验是否吸过烟、喝过酒	352
实验十二 水中花园	353
实验十三 铁粉自燃	354
实验十四 香烟的毒性	355
实验十五 常见塑料的简易鉴别	356
实验十六 化学纤维的简易鉴别	357
实验十七 尿糖的测定	359
实验十八 几种食品的酸碱性测定	360
实验十九 蓝黑墨水的配制	360
实验二十 肥皂的制作	361
实验二十一 洗洁精的制作	362
实验二十二 降水中铵离子含量的测定——纳氏试剂比色法	363
实验二十三 水中溶解氧的测定	365
实验二十四 降尘的简易测定	367

附录一	部分常用仪器的代用品及其制作	369
附录二	某些化学药品的自制和配备	370
附录三	某些弱酸和弱碱在水溶液中的电离常数	373
附录四	某些难溶电解质的溶度积	374
附录五	常见物质的俗名	375
参考资料		380
后记		381

绪 论

化学是自然科学的一门重要的基础学科。它与自然科学的其他学科一样,研究的对象也是自然界的客观物质。但它与物理学、生物学、地学、天文学不同,化学是研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学。

当前,人类生活的各个方面,社会发展的各种需要都与化学密切相关。

“民以食为天”,农业需要大量的化肥,不仅需要含氮、磷、钾等元素的基本化肥,也需要含硼、铜、铁、钼、锌等微量元素的特种肥料;还需要高效低毒的杀虫剂、杀菌剂、除草剂、植物生长调节剂等。现今,人民的穿着已大量采用化学方法制得的合成纤维,即使是天然纤维也需要经过化学处理。另外,纺织品也都需要化学染料来着色。我们所住的房子需要的水泥、钢筋、玻璃、油漆等也都是化工产品。其他,如燃料、洗涤剂、化妆品、橡胶制品、许多药品等也都离不开化学。

在当代社会的发展中,化学更是发挥着无可替代的作用。人们普遍关注的生命科学,已从客观的生物研究深入到“分子水平”,要求对各种生物过程作出化学的解释,从而为预防和治疗疾病、延长寿命提供确实的理论依据。能源是社会发展的基石。随着工农业和交通运输业的发展、人们生活的改善,能源消耗量日益增大,而目前使用的主要能源,如石油、煤、天然气都是经过几百万年才形成的。因此,节能和开发能源是化学工作者的历史使命。随着社会的发展,环境问题越来越受到人们的关注。环境的污染主要是由于化学反应的产物没有得到妥善的处理。因此,防止和治理环境污染也必须从化学入手,化学应为保持良好的生态环境作出贡献。社会

的发展离不开新材料的研制和使用,塑料和合成纤维的出现已经改变了人们千百年来的生活习惯,而光导纤维、半导体材料、特种陶瓷材料等正在新兴领域内发挥越来越大的作用,高温超导材料更为未来的发展展示了广阔的前景。

由于化学在社会发展、人类生活和基础理论等方面的重大作用,掌握化学知识已成为当代人知识结构中不可缺少的部分。学习化学应当比较系统地掌握化学的基础知识,密切联系实际,了解这些知识在生产和生活中的应用。化学是一门以实验为基础的科学,在学习化学的过程中,应当重视化学实验,认真地做好化学实验,从而掌握一些实验的基本技能,并加深对化学知识的理解。通过学习化学,要自觉地提高自己的思维能力、自学能力、教学能力,促进自身素质的提高。

第一章 大 气 和 水

空气是最宝贵的资源之一。由于到处都有,人们常常不觉得其珍贵。

我们每时每刻要呼吸空气,成年人每天约需 $10\sim 12\text{m}^3$ 空气,相当于一天食物质量的 10 倍,饮水量的 5~6 倍。据有关资料表明,一个人可以五周不吃食物,五天不喝水,但五分钟不吸空气就不行,所以空气与我们的生命、健康休戚相关,可以说,没有空气就没有人类。

水也是宝贵的自然资源,与生命的关系也很密切。水是人体(及各种生物体)中含量最多的一种物质,约占体重的 $2/3$ 。据统计,人类维持生活每天每人需要 5L 水,加上卫生方面的需要,约为 $40\sim 50\text{L}$ 水。没有水就没有生命。

第一节 大 气

一、大气层

大气和空气两词从自然科学角度看并无实质性差别,在环境科学中,为便于说明问题,有时两词分别使用。一般对于室内和特指某个地方供生命生存的气体习惯上称为空气,而对大区域或全球性的气流常用大气一词。通常把随地球引力旋转的大气层叫大气圈。

地球上大气的总质量约为 $5\times 10^{18}\text{kg}$,相当于地球质量的百万分之一,大气层厚约 $1\,000\sim 1\,400\text{ km}$,超过 $1\,400\text{ km}$,气体非常稀薄,就是宇宙空间了。根据大气圈中大气组成状况及大气在垂直

高度上温度的变化,将大气层自下而上分为对流层、平流层、中间层和热层(电离层)四个不同的层次。如图 1-1 所示。

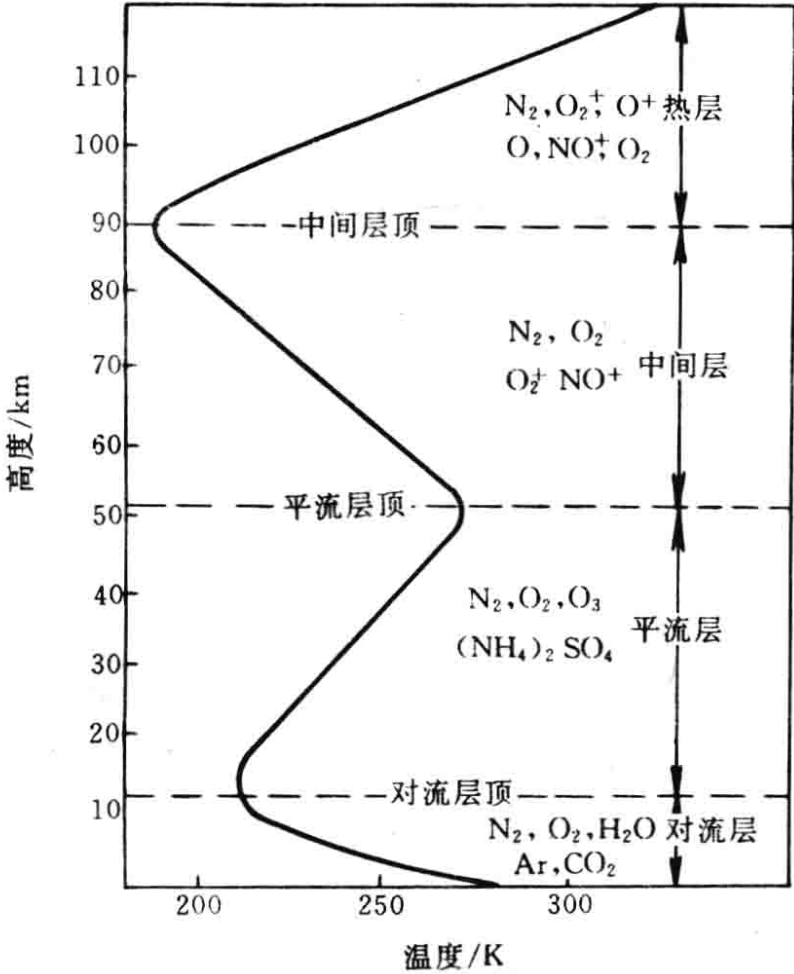


图 1-1 大气的结构和成分

1. 对流层

对流层位于大气圈最低层,厚度平均约 12 km,它几乎集中大气总质量的 75%以上。特点是,温度随着高度的增加而降低;产生雨、雹、云、雾等一系列气象现象。这一层的大气对人类影响最大,通常所谓空气污染就是指这一层大气的污染,尤其是厚度为 2 km 内的大气。

2. 平流层

平流层在对流层顶以上,距地面 10~50 km 区域内。其中在 15~35 km 内有一个厚度为 20 km 的臭氧层。臭氧能大量吸收太阳光线中的紫外线使地球上的生物免受紫外线的伤害。在平流层,

温度随高度的增加而升高。

3. 中间层

距地面 50~90 km 区域称中间层。其中气温又随高度的增加而下降。

4. 热层

距地面 90~120 km 的区域称为热层。此层大气温度随高度增加而迅速升高。在热层中,大气在太阳紫外线和宇宙射线作用下发生电离,使大气分子(主要是氮、氧)变成带电荷的离子故又称为电离层。它能使无线电波反射回地面,这对远距离通讯极为重要。

二、大气的组成

大气是多种气体的混合物,可分为恒定的、可变的和不定的三种组分。

恒定组分:氮 78.09%,氧 20.95%,氩 0.93%,以及微量的稀有气体,这部分大气组分可视为恒定不变的。

可变组分:二氧化碳约 0.02%~0.04%,水蒸气 0.004%~4%,它们的含量是随季节、地区、气象等因素变化和人类生产、生活活动的影响而变化的。

不定组分:指一些污染大气的组分,如 CH_4 , NO , NO_2 , SO_2 , NH_3 , O_3 和尘埃等。它们的来源有自然的和人为的。这部分组成的变化情况和人类排放废气对大气组成的影响都是环境保护工作者研究的对象。

三、氧和臭氧

1. 氧在自然界的循环

人、动物的呼吸,物质的燃烧都要消耗大量的氧气,同时放出二氧化碳。另一方面,绿色植物在阳光下吸收大气中的二氧化碳,进行光合作用并且放出氧气。全世界的绿色植物每年消耗大气中几十亿吨的二氧化碳,放出氧气,使地球上的氧气始终保持相对的恒定含量。可见,植树造林、养花种草对维持氧在自然界的正常循环有着极其重要的作用。

2. 氧的性质

氧气是无色、无臭、无味的气体。在标准状况下,密度为 $1.429 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$;在 100 mL 水中可溶解 4.91 mL 氧气。在 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 大气压下,在 90K 时氧气变成浅蓝色液体;在约 55K 时变成雪花状的淡蓝色固体。氧位于元素周期表中第二周期第 VI 主族,是典型的非金属元素,化学性质比较活泼,几乎能与所有的元素直接或间接地反应,在化学反应中易结合两个电子,故在化合物里氧通常显 -2 价。

3. 臭氧

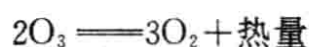
臭氧(O_3)和氧(O_2)是由同一种氧元素组成的两种单质,只是分子中所含氧原子数不同而已,这类由同种元素组成的不同单质称为同素异形体。

臭氧是淡蓝色的气体,有鱼腥臭味,臭氧与氧的性质不同,它们的物理性质见表 1-1。

表 1-1 氧和臭氧的物理性质

性 质	氧	臭 氧
气体颜色	无 色	淡蓝色
液体颜色	淡蓝色	暗蓝色
熔点/K	54.6	21.6
沸点/K	90	268
273K 时在水中 溶解度 $\text{mL} \cdot \text{L}^{-1}$	49.1	494

臭氧不稳定,在常温下分解较慢,在 427K 以上迅速分解,经紫外线辐射或在二氧化铅等催化剂存在下,都会促使臭氧分解,同时放出热量。



臭氧是极强的氧化剂。许多物质如煤气、松节油等能在其中自

燃。许多有机色素遇到臭氧会变为无色。

基于臭氧的强氧化性,臭氧在工业上具有广泛的用途:在冶金选矿工艺中可代替剧毒的氰化钾炼金,从而可避免氰化钾的污染和危害;用于废水处理,可将酚、苯、硫醇和异戊二烯等有害物转化为无害物质;用作棉麻、纸张、脂等的漂白剂,羽毛、皮毛的脱臭剂;代替氯气对饮用水消毒,且具消毒效力大、速度快、无异味等优点。空气中臭氧含量低于百万分之一时有益于人体健康,因微量臭氧具有消毒杀菌,刺激中枢神经,加速血液循环等作用。但臭氧含量过高,对人体健康有害,若长期停留在含百万分之一臭氧的大气中人会感到刺激、疲劳和头痛。

四、氮

1. 氮在自然界的循环

氮是构成蛋白质及生物有机体的重要元素。它在环境中含量大且变动小的形式有:大气中的氮气(N_2);海水中的溶解氮;沉积物中的有机氮,其余形态则处于不断的复杂变化、流动和交换过程中。自然界中氮的循环见图 1-2 所示。

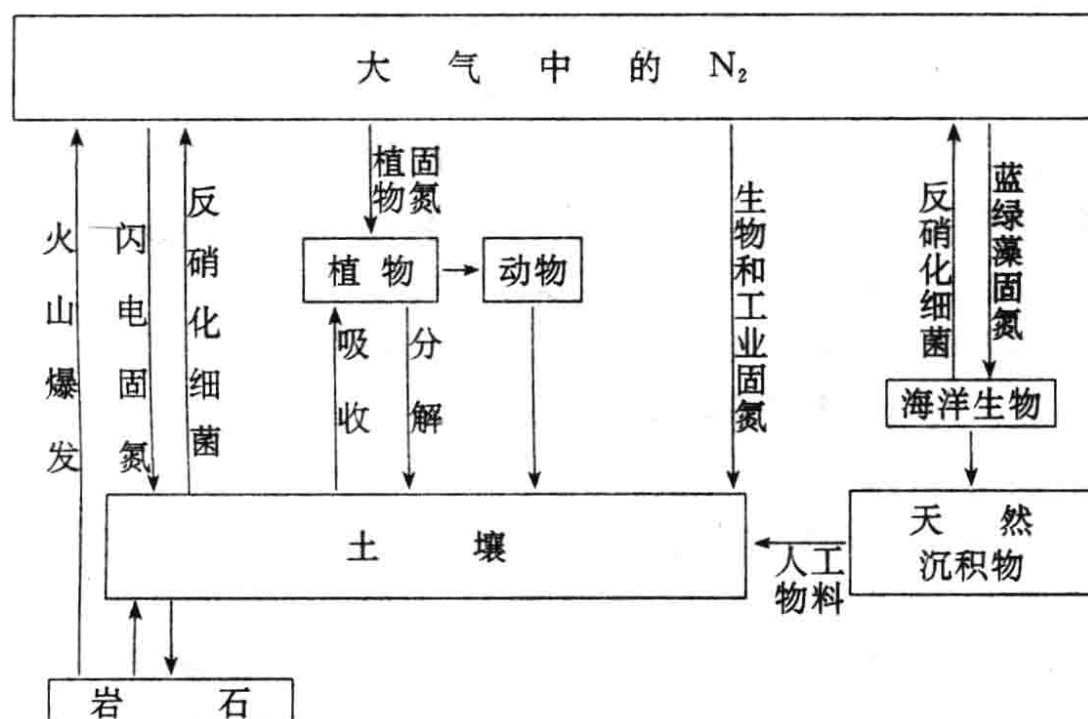


图 1-2 氮的循环

应当指出,工业固氮和氮肥的使用、生物固氮、矿物燃料燃烧生成 NO 和 NO_2 ,对氮的自然循环产生较大干扰,甚至造成污染。

2. 氮的化学性质和用途

氮主要以单质状态存在于大气中,约占大气组成的 78%(以体积计),除土壤中含有一些铵盐硝酸盐外,氮以无机化合物形式存在于自然界里是很少的,普遍存在于有机体中。

(1)氮气的性质 氮气是无色、无臭、无味的气体,密度为 $1.25\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$,较空气稍轻,在 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ 大气压下,77K 时变为无色液体,在 63K 时变成雪状固体。临界温度为 126K,为难于液化的气体。在常温常压下一体积水中约可溶解 0.02 体积氮气,即溶解度很小。

氮位于元素周期表中第二周期第 VA 族。氮原子最外电子层中有 5 个电子,两个氮原子通过 3 个共价键结合形成氮分子,即 $\text{N}::\text{N}$ 或 $\text{N} \equiv \text{N}$,所以两个氮原子结合得比较牢固,具有很高的稳定性。在常温下不易跟其他物质发生化学反应,但在高温、高压、催化剂存在下能与某些金属或非金属如锂、镁、铝、硼等反应生成氮化物,也能与氧、氢等反应生成 NO 和 NH_3 。

(2)氮气的用途 大量的氮气在工业上是合成氨和制硝酸的原料。由于氮气分子的结构稳定,化学性质不活泼,常用作焊接金属的保护气;氮气(或与氩气的混合气体)用以充填灯泡,防止钨丝氧化,减慢钨丝挥发使灯泡经久耐用。此外,用氮气充填粮食仓库可达到安全长期保管粮食的目的。液态氮可作深度冷冻剂。

五、大气的污染和防治

1. 大气污染

由于自然界和人类的活动,使大气中不定组成(即污染物)的含量增加,甚至超过了自然界本身的自净能力,致使大气质量下降,引起对人类健康、动植物的生长和城市建筑、设备等产生不同程度影响的现象称为大气污染。通常所研究的大气污染问题,主要是指由人为因素所引起的污染。

在人类的生活和生产实践中,向大气排出有害气体或对大气质量产生有害影响的场所、设备、装置等是引起大气污染的污染源。大气污染源种类繁多,若以污染物产生的原因一般可划分为工业、生活和交通三类污染源。详见表1-2所示。

表1-2 三类大气污染源排放的部分主要污染物

污染源	实 例		
工 业	工业部门	企业类别	
	电 力	火力发电厂	烟尘,SO ₂ ,碳氧化合物,苯并芘
	冶 金	黑色冶金	烟尘,SO ₂ ,碳氧化合物,铁、锰氧化物粉尘, H ₂ S,苯,酚,萘,烃类
		有色冶金	粉尘(含各种重金属如 Cu、Pb、Zn、Cd、Hg 等),SO ₂ ,各种酸雾
	化 工	石油化工厂	SO ₂ ,H ₂ S,氰化物,NO _x ,氯化物,烃类,硫醇
		氮 肥 厂	烟尘,NO _x ,CO,硫酸铵气溶胶
		化学纤维厂	烟尘,H ₂ S,CS ₂ ,NH ₃ ,甲醇,丙酮,硫醇
		合成橡胶厂	丁二烯,苯乙烯,乙烯,异戊二烯,丙烯,二氯乙烷,二氯乙醚,硫醇,氯代甲烷
	其 他	农 药 厂	砷,汞,氯气,农药
		造 纸 厂	烟尘,硫醇,硫化氢
		食 品 厂	醛类,胺类,油脂恶臭等
生 活	燃 煤		烟尘,SO ₂ 等
交 通	汽车和其他以石油为能源的交通工具		CO,NO _x ,CH ₄ ,含 Pb 微粒等

可见,大气污染物质的组成是相当复杂的,有的有很强的刺激性,如 SO₂、NO₂等;有的有很强的毒性,如氰化物、1,2-苯并芘等。对全球性气候、生态环境、动植物和人体健康危害性极大,世界闻名的公害事件,如1948年10月美国的多诺拉烟雾事件,四天内约有 6 000人患病,17人死亡;又如1952年12月英国的伦敦烟雾事件,五