中学生课外读物丛书

化 学 世 界

（生命的元素等篇）

解守宗 编

上海科学技术出版社

中学生课外读物丛书

化学世界

（生命的元素等篇）

解守宗　编

上海科学技术出版社出版

（上海瑞金二路450号）

上海发行所发行　江苏扬中印刷厂印刷

开本 787×1092　1/32　印张 4.25　字数 89,000

1999年9月第1版　1999年9月第1次印刷

印数：1—5,100

ISBN7-5323-1472-3/G・220

定价：1.35元

编辑出版说明

本《丛书》是一套为广大中学生提供的课外读物。第一批先编辑出版数学、物理、化学三门学科的分册。目的为了引导学生开发思维，拓广知识视野，充实数、理、化各门学科本身的知识及这些知识在实际中的应用。但所涉及的基本知识不超过全日制中学数、理、化教学大纲所规定的范围。

本《丛书》的特点是知识性与趣味性相结合，注意揭示数、理、化知识本身内在的联系与规律；重视联系实际应用，联系邻近学科，使学生学到的知识能融会贯通；同时适当介绍学科领域里的新进展，以帮助学生开阔眼界。

本《丛书》的体例不拘泥于章节编排，而以专题篇目的面貌出现。各篇内容既有相对联系的系统性，又有相对的独立性，既体现生动活泼，又注意科学严谨。适合于广大初、高中学生阅读。

在组织编写本《丛书》的过程中，得到上海市教育局教研室有关同志的热忱指教和协助，在此表示衷心感谢。

由于编写出版时间仓促，《丛书》中的缺点及不当之处在所难免，欢迎广大读者提出批评指正。

本书适合高中二年级文化程度的读者阅读。

目　录

一、氮和磷——生命的元素

1. 氮的发现史 …… [1]
2. 氮气与潜水病 …… [2]
3. 实验室怎样制氮气 …… [3]
4. 金属氮化物 …… [4]
5. 人工固氮的研究道路 …… [5]
6. 氨显碱性的秘密在哪里 …… [7]
7. 氨是制冷剂 …… [8]
8. 铜的克星——氨水 …… [9]
9. 液氨——奇妙的溶剂 …… [10]
10. 氨和铵一样吗？ …… [10]
11. 有趣的“火山爆发”——铵盐分解 …… [11]
12. 氨的接触氧化 …… [13]
13. 联氨与火箭推进剂 …… [15]
14. 从氨碱法到侯氏制碱法 …… [16]
15. 氮——生命的元素 …… [19]
16. 化学模拟生物固氮 …… [20]
17. 铵根离子的检验 …… [22]
18. 令人生畏的光化学污染 …… [23]
19. 这道计算题怎么解 …… [24]
20. 硝酸与金属反应的规律 …… [26]
21. 奇妙的“王水” …… [27]
22. NO_2的喷泉实验 …… [28]
23. 硝酸钾与黑火药 …… [29]
24. 棕色环法鉴定硝酸根离子 …… [31]
25. 漫话氮肥 …… [31]

26. 如何配平歧化反应的化学方程式 …… [33]
27. 磷的发现史 …… [35]
28. 联膦与"鬼火" …… [36]
29. 磷肥种种 …… [37]
30. 磷与火柴 …… [39]
31. 磷与人体 …… [40]
32. 同素异形体的存在 …… [41]
33. 雄黄、雌黄和砒霜 …… [42]
34. 马氏试砷法 …… [43]
35. 锑与印刷术 …… [44]

二、速度与平衡

1. 反应速度的相对性 …… [46]
2. 瞬时速度和平均速度 …… [47]
3. 可逆反应、平行反应与连串反应 …… [48]
4. 反应速度的温度系数 …… [49]
5. 温度升高反应速度都随之增大吗 …… [50]
6. 浓度怎样影响反应速度 …… [52]
7. 气体的爆炸反应 …… [53]
8. 受光影响的化学变化 …… [55]
9. 催化剂的奥秘 …… [56]
10. 生物催化剂——酶 …… [58]
11. 化学平衡表明了反应的极限 …… [59]
12. 平衡无处不在 …… [61]
13. 温度和压强影响化学平衡的缘由 …… [62]
14. 关于催化作用的实验 …… [64]
15. 根据什么判断平衡是否移动 …… [65]
16. 你理解下面这些曲线吗 …… [66]
17. 晴雨指示剂——平衡移动的实验 …… [69]
18. 阻化剂与助催化剂 …… [70]
19. 合成氨工业 …… [72]
20. 化工生产的几个一般原则 …… [75]

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

21. 示温涂料——平衡的移动 ……［77］

三、溶液的世界

1. 溶液种种……［80］
2. 体积缩小的原因……［81］
3. 奇异的氨水的密度……［83］
4. 盐水和纯水谁容易烧开……［84］
5. 抗冻剂的奥秘……［86］
6. 过饱和溶液……［87］
7. 结晶与结晶水……［87］
8. 潮解和风化的缘由……［88］
9. 有趣的渗透和渗透压……［89］
10. 阿仑尼乌斯与电离学说 ……［91］
11. 电解质强弱的相对性 ……［93］
12. $BaSO_4$ 的溶液导电性很弱，为什么也把$BaSO_4$称为强电解质呢？……［94］
13. 离子迁移的实验 ……［95］
14. 熔融导电的实验 ……［96］
15. 电离方程式种种 ……［96］
16. 弱电解质溶液中的离子浓度 ……［97］
17. HAc用水稀释时氢离子浓度的变化 ……［98］
18. 中性溶液中$[H^+]$都等于$1\times10^{-7}M$吗……［99］
19. 人体中的电离平衡 ……［99］
20. 改变共同离子的浓度移动平衡 ……［101］
21. 索伦森与pH值……［102］
22. 稀溶液pH值的计算……［102］
23. pH＝6.0的盐酸，用水稀释100倍后，溶液的pH值变为多少？……［104］
24. 离子方程式的写法讨论 ……［105］
25. 一元弱酸溶液中$[H^+]=C\alpha=C\sqrt{\frac{K_{电离}}{C}}=\sqrt{CK_{电离}}$这个近似公式的适用范围如何 ……［106］

26. 酸式盐为什么不都呈酸性 …… [107]
27. Na_3PO_4溶液和Na_2CO_3溶液谁碱性强 …… [108]
28. 配制$AgNO_3$溶液的奥秘 …… [109]
29. 铵态氮肥为什么不能与草木灰混用 …… [109]
30. 蒸发结晶和冷却结晶 …… [110]
31. 泡沫灭火机的实验 …… [111]
32. 酸碱指示剂种种 …… [111]
33. 中和滴定的指示剂选择 …… [114]
34. 电池的发明 …… [115]
35. 原电池的实验 …… [116]
36. 干电池 …… [117]
37. 铅蓄电池 …… [119]
38. 银锌蓄电池和锂电池 …… [120]
39. 燃料电池 …… [121]
40. 铜铆钉和铝铆钉的腐蚀 …… [122]
41. 吸氧腐蚀的实验 …… [123]
42. 钢铁的“发蓝”与“发黑” …… [124]
43. 关于电极产物量计算 …… [125]
44. 电解池中电解液成分的变化 …… [126]

〔一〕

氮和磷——生命的元素

1 氮的发现史

氮元素广泛存在于空气中，但人们认识到空气中存在氮气却是二百多年前的事。18世纪70年代之前，人们始终认为空气是单一的“气元素”。在1775年，英国一位有名的气体化学家布莱克，他致力于气体的研究，曾加热分解石灰石而得到CO_2气体。有一次，他发现木炭在玻璃钟罩里燃烧，用苛性钾(KOH)吸收掉生成的CO_2气体以后，还有相当多的空气遗留了下来。他的学生卢瑟福仔细地研究了这遗留下来的空气，发现它不能够燃烧，不能让小鼠存活，又不能被苛性钾溶液吸收。显然它是不同于CO_2的另一种气体。但是由于受到燃素学说(即认为物质的燃烧过程是可燃物失去燃素的过程的理论)的影响，布莱克和卢瑟福都不把这种气体看作是空气的一个组成成份，而把它称之为“浊空气”。

1775年，英国另一位著名的化学家普利斯特里(就是那个与舍勒同时发现O_2的化学家)也用同样的方法制得了氮气，但他也不认为它是空气的成份，而把它称作“被燃素饱和了的空气”。

最早认识氮气是空气的一种组成成份的是瑞典的化学家舍勒。1777年舍勒指出，空气中有两种成份，一种成份丝毫不

表现吸收燃素的性质(显然这指的就是氮气),而另一种则'特别倾向于这种吸收"(显然这里指的就是氧气)。

法国化学家拉瓦锡,就是那个以著名的十二天煅烧金属汞的实验而推翻错误的燃素学说,把被颠倒了的化学理论重新又颠倒了过来的化学家,认识到这种浊空气正是空气的组成之一,并把它命名为"azote",即"无益于生命"。

化学史上一般就把卢瑟福看作氮气的发现人。

2 氮气与潜水病

通常情况下氮气在水中的溶解度很小,1升水中只能溶解0.025克的N_2。气体的溶解度是受压强很大影响的。在深水中,压强增大很多倍(水深增加10米,压强就要增大约0.1兆帕),氮气在水中的溶解度就要大大增加。潜水员潜入深水时,由于压强增大,溶解在血液中的空气(主要是N_2)就要成倍地增加,当潜水员从深水中出水时,压强骤然减小,N_2在血液中的溶解度也骤然减小,溶于血液中的N_2来不及从肺部排出而直接由血液中逸出后,呈气泡状而将血管堵塞,潜水员就会得"潜水病",其症状为肌肉和关节酸疼,皮肤发痒,皮内渗血,瘫痪等,严重的甚至威胁潜水员的生命。

为了防止潜水病,首先要让潜水员进入减压箱内进行减压处理,一步步使压强减至常压。另外,人们发现氦气在血液中的溶解度比氮气小得多,因此用氦气和一定比例的氧气的混和气供潜水员水中呼吸,以减轻潜水病的症状。

我们知道,气体的溶解度与压强有关,对于溶解度较小,又不跟溶剂发生化学反应的气体(如N_2,O_2,H_2等)温度一定

时，气体的溶解度（以质量计）跟气体的压强成正比，但如以气体的体积来表示溶解度时，就跟气体的压强无关了。只不过压强增大时，溶解的气体的量（摩）增加，但溶解的气体的体积因为压强增大而减小，并不比压强小时有明显的增加。

3 实验室怎样制氮气

氮气在空气中大量存在，可谓取之不尽。从空气中直接得到氮气用分馏液态空气的方法，在加压下把空气冷却到－200℃，空气就转变成一种美丽的淡蓝色的液体，由于液态氮的沸点（－196℃）比液态氧（－183℃）低，在逐渐升高温度时，氮气就首先从液态空气中蒸发出来，这样得到的氮气中还混有少量氧气和氩气。

取得大气氮的一种方便的实验室方法是在封闭于水面上的空气中燃烧磷，生成的P_2O_5（其实是P_4O_{10}）溶于水中，残余的气体主要是氮气。

纯N_2可以通过亚硝酸铵溶液的加热来制备，反应是：

$$NH_4NO_2(\text{水溶液}) \xrightarrow{\triangle} 2H_2O + N_2\uparrow$$

NH_4NO_2是一种不稳定的物质，纯净的NH_4NO_2无法贮存，实验室里是用$NaNO_2$与NH_4Cl的混和物来提供NH_4^+和NO_2^-的。用这种方法来制备纯净的N_2的装置如图1所示。圆底烧瓶中放置的是热的NH_4Cl的饱和溶液，分液漏斗中滴加入$NaNO_2$溶液，圆底烧瓶底部加热，从气体导管中逸出N_2，可用排水集气法收集。

让氨气通过炽热的CuO，也可以制取N_2，这是因为CuO

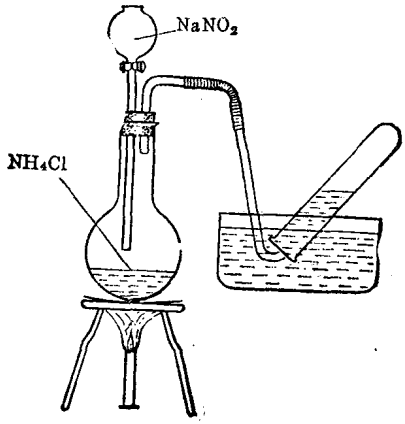

图 1

将NH_3氧化，生成N_2和水：

$$2NH_3 + 3CuO \xrightarrow{\triangle} 3H_2O + N_2 + 3Cu$$

此时，可在玻璃管内放置粉末状氧化铜，管下用酒精灯加热，然后通入NH_3气体，逸出气体中除N_2外还有少量剩余的NH_3气和水蒸气，通过浓H_2SO_4而吸收，最后剩余的就是N_2。值得一提的是，近100年前，英国化学家瑞利就是用这种方法从氨气中制得纯N_2，并测定其密度，发觉比从空气中直接得到的N_2的密度略小，经过与他的朋友拉姆赛的进一步的研究才发现了惰性气体氩气的。

4 金属氮化物

N_2与活动金属一起加热时，能生成一系列金属氮化物，

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

如Li_3N, Ca_3N_2, Mg_3N_2。能生成金属氮化物的主要是IA和IIA族金属。Li和N_2最容易反应，只要在常温下就能与N_2直接化合。Mg、Ca要在炽热时才能反应。它们都是离子化合物，遇水能与水反应生成NH_3：

$$Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3\uparrow$$

有趣的是，当把硼和氮加热到白热状态时，它们能直接化合而成氮化硼，反应是：

$$2B + N_2 = 2BN$$

氮化硼是一种坚固的原子晶体，其结构与金刚石相似（也可以与石墨相似），与金刚石相似的BN晶体熔点极高，它的硬度超过金刚石（金刚石是天然存在的最坚硬的物质），可以用作钻探和研磨材料。

问题：为什么B,Al,C,Si,N,P等能生成原子晶体，而Cl,S等就不能形成原子晶体呢？请你思考。

5 人工固氮的研究道路

你听到过弗里兹·哈伯的名字吗？他是德国杰出的工业化学家，合成氨方法的发明者，生于1868年，卒于1934年。由于他发明了工业上用H_2,N_2混和气体制取氨气的方法，获得了1918年的诺贝尔化学奖。

我们已经知道，氮是生命的元素，没有氮就没有蛋白质，就没有生命。地球大气中有无限量的氮气，可惜由于N_2的性质特殊地不活泼，地球上的生物，无论是植物（某些豆科植物除外）还是动物都不能直接利用空气中的N_2合成含氮的化合物供自己使用（植物只能从土壤中通过根部吸收可溶于水的

含氮化合物)。在常温下,自然界里能直接利用大气中的游离氮合成含氮化合物,只有在豆科植物根部生长的一种根瘤菌。可是随着全世界人口大量增长,迫切需要增加粮食产量,而粮食生产的发展需要大量的化肥,其中大部分是氮肥,而用大气中的氮直接合成氨,进而生产硝酸及其他含氮化合物,诸如染料、医药、炸药……等等,又是人类梦寐以求的理想。为了把空气中的大量游离态的氮加以固定,科学家们探索了一百多年。在这个征程中充满了艰辛。我们来看看人类在人工固氮研究过程中走过的曲折道路吧。

十九世纪以前,人类只能用人粪尿,海鸟粪等天然含氮肥料。

1825年,智利开始开采硝石($NaNO_3$),此后的1850～1900年,智利供应了全世界氮肥的70%左右。

上世纪初,大气中的N_2和O_2在电弧作用下生成NO,是固定大气中氮的第一个成功的方法。1859年法国人列费巴瑞试验了N_2直接在极高温下与O_2化合生成NO的反应,这个反应的优点是除了空气外几乎不需要什么其他的原料。

1904年挪威人伯克兰德和艾德合作设计了加上强磁场的电弧,温度可达3300℃。但用这样的方法固定1吨氮要消耗50～60吨煤燃烧时放出的能量,同时生成的NO的含量很低。

1906年,德国人弗兰克发明了电加热炉,让电石(CaC_2)和N_2在电加热炉中反应生成氰氨基钙$CaCN_2$,氰氨基钙水解就能生成氨气。1918年,全世界用这个方法共生产了60万吨以上的氰氨基钙。

1904～1913年,哈伯对氮氢合成氨的反应及条件进行了深入的研究,经过十年艰苦的努力,前后6500次试验,测试了2500种不同配方,终于找到了一个切实可行的方法。他用

550℃高温和200大气压以及氧化铁和少量铈(Ce)，铬(Cr)为催化剂，第一次制取了100克NH_3。1909年，哈伯又研制出一种锇(Os)催化剂，使生产流程实用化，并于1912年在德国一家公司建成日产30吨的合成氨工厂，直到如今，全世界各国的合成氨工厂基本上还是使用这个方法，催化剂则大有改进。

第一次世界大战时，哈伯做了一件不光彩的事，他屈服于统治者的压力，参与了毒气和炸药的研制和生产，并引导德军在战地施放氯气作为战争毒气。这使他饮恨终生。这样有才华的科学家，曾为人类的文明做出重要的贡献，但却参与了残酷的反人类战争活动，这是我们每个从事科学事业的人应该引以为戒的。

1912年哈伯法发明后，全世界合成氨的产量与日俱增，美国和苏联1981年的产量均突破了1700万吨。我国1981年产量为1480万吨。

6 氨显碱性的秘密在哪里

非金属的气态氢化物很多是酸性的，如HCl，H_2S，HBr，H_2Se等，显碱性的很少，NH_3就是其中的一个。为什么同是非金属气态氢化物，HCl显酸性，而NH_3却显碱性呢？其实，这是由Cl和N原子及H－Cl和N－H键的本性所决定的。按照现代酸碱理论来看，凡能放出H^+(质子)的物质称为酸，而能结合H^+的物质则称为碱。N－H和Cl－H键，都有放出H^+的可能，但Cl－H键的极性比N－H略大，在水溶液中Cl－H放出质子的倾向要比N－H大。而N原子和Cl原子最外层都有已经配对的电子对(称为孤对电子对)，它们也都有结合质

子的能力，但是Cl原子半径较N原子大得多，Cl原子最外层孤对电子结合H^+要比N原子难得多，因此HCl分子中的H在水溶液中容易电离，而Cl原子却较难结合质子，因此HCl显酸性，NH_3分子在水溶液中较难电离出H^+，N原子却又较易以孤对电子与H^+结合，因此NH_3显碱性。在中学化学中具有碱性的气态氢化物只有NH_3一种，因此如果遇到能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体，马上就可以肯定它是NH_3。

有趣的是，如果非金属氢化物显酸性，则它的分子式书写时，常把H写在左边，如HCl，H_2S，如果氢化物显碱性或中性则它的分子式书写时常把H写在右边，如NH_3，PH_3，CH_4等。

7 氨是致冷剂

氨很容易液化，常温下加压到7～8个标准大气压，或者在常压下冷却到－33.35℃，氨就能液化为无色的液体，同时放出大量的热，而液氨气化时，要吸收大量的热，1摩尔液氨挥发时差不多要吸收23.4千焦的热量，能使周围温度急剧降低。因此，液氨是一种最常见的致冷剂。在大型冷气工程，冷冻厂，制冰厂大量使用液氨。夏天电影院、展览馆或体育馆的冷气开放，主要以液氨作致冷剂。在电影院地下室有一个盛满盐水的大水池（盐水的冰点比纯水低，低温下不易结冰），水池中铺设了一根根金属管子，管中有液氨，当管中液氨气化时，吸收大量的热，使池中盐水温度降到很低，然后再把电影院中的热空气抽出，让新鲜空气通过盐水池上空，热空气变成冷空气，再通入电影院，观众就能在冷气开放中舒舒服服地看电影了。

顺便说一句，普通的家用冰箱里不是用液氨作致冷剂，因为氨气有强烈的刺激性，又能腐蚀铜等某些金属。家用冰箱中使用的是一种致冷效果更好的致冷剂——氟里昂。它是一类含氟及氯的有机化合物，主要有氟里昂-11(CCl_3F)，氟里昂-12(CCl_2F_2)等几种，它们是无色，无毒，无味，也没有腐蚀性的易液化的气体。压缩机不断地把气态氟里昂变成液体，然后液体氟里昂在蒸发器中挥发，吸收大量热，使冰箱内冷冻室的温度下降，以致结冰。

8 铜的克星——氨水

你听说过氨水是金属铜的克星这句话吗？农村里的农民都知道，盛放氨水的箱子和桶，不能安装铜制的零件，否则会很快被氨水烂穿。这是为什么呢？原来氨水对铜有很强烈的腐蚀作用，原因是含杂质的铜与氨水接触，能形成微电池而发生电化学腐蚀，NH_3与腐蚀而生成的Cu^{2+}能形成一种称为络合物的稳定的可溶性的化合物使铜在氨水中溶解，从而对铜的腐蚀大大地加快，最后把铜溶解掉。这些知识将在后面的几章中学到。

这不由得使我们想起市场上有售的一种“擦铜水”，其主要成份是氨水和一些研磨剂，用它擦拭铜器，能将表面的铜绿(成份是碱式碳酸铜)和黑色的氧化铜擦去，使铜器重放光彩。

氨水不仅对铜，而且对锌，银等均有腐蚀作用，但对铁和铝的腐蚀作用就要弱得多。

9 液氨——奇妙的溶剂

我们知道水是一种很好的极性溶剂，而液氨同样是一种很好的极性溶剂，它溶解有机物的本领比水还要强。液氨作为一种溶剂的奇妙之处在于它能溶解碱金属以及Ca,Sr和Ba。例如－50℃时，100克液氨能溶解332克Cs。这些金属的氨溶液都是一些美丽的蓝色溶液，且都是强还原剂。这些金属的氨溶液都象金属一样有很强的导电能力，几乎与纯金属相差无几。如果把这些金属氨溶液加热，则氨挥发，仍然留下了金属。放置时间久了，金属能与氨反应生成氨基金属化合物，如$NaNH_2$(可看成NH_3分子中一个H原子被Na置换的产物)，它是有机合成中一种常用的还原剂。

我们知道，液态金属钠用作核反应堆的导热剂，这个导热系统需要定期清洗，清洗剂就可以由液氨来担任，因为Na可以在液氨中溶解。

氨也能象水一样与某些化合物生成加合物。例如$CaCl_2$能与H_2O生成水合物$CaCl_2\cdot 6H_2O$,$CaCl_2$也能与氨生成氨合物$CaCl_2\cdot 8NH_3$,这就不难理解，为什么氨气一般不用无水$CaCl_2$来干燥了。

10 氨和铵一样吗

氨和铵的意义一样吗？不一样。氨是指氨气——NH_3，这是一种能独立存在的，极易溶于水的，有强烈刺激性气味的

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com