

创 新 学 习 系 列 丛 书

恒谦教学与备考研究中心研究成果
全国名牌重点中学特高级教师编写

高中

创新
学习

知识篇
思维篇
能力篇

高二化学
(试验修订本)

主编 侯建社

中国人民大学出版社

创 新 学 习 系 列 丛 书

高中 学习 创新

知识篇
思维篇
能力篇

高二化学
(试验修订本)

主 编 侯建社
撰稿人 侯建社 李桂远
汪香仁

 中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高中创新学习, 高二化学 (试验修订本) / 侯建社主编. 2 版
北京: 中国人民大学出版社, 2002
(创新学习系列丛书)

ISBN 7-300-04226-0/G·875

I. 高…

II. 侯…

III. 化学课-高中-教学参考资料

IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 044506 号

凡人大版教辅图书, 封面均有人大社标印纹,
否则均为盗版, 欢迎举报。

创新学习系列丛书

高中创新学习

高二化学

(试验修订本)

主编 侯建社

出版发行: 中国人民大学出版社

(北京中关村大街 31 号 邮编 100080)

邮购部: 62515351 门市部: 62514148

总编室: 62511242 出版部: 62511239

E-mail: rendafx@public3.bta.net.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 三河市新世纪印刷厂

开本: 890 × 1240 毫米 1/32 印张: 15.375

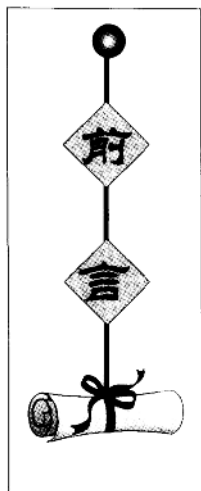
2001 年 7 月第 1 版

2002 年 7 月第 2 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

字数: 599 000

定价: 17.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)



21 世纪是创新教育的世纪,而创新教育的核心在于培养学生的创新精神和实践能力,这已经成为人们的共识。

古人云:学而不思则罔,思而不学则殆。以往习惯于教材、教师的引导,习惯于被动地学习、封闭式地思考的传统学习模式已经成为历史。如今我们倡导的是创新学习,不仅是学习的设备、手段、工具要更新(要与电脑化、网络化接轨),更为重要的是学习观念的更新。

这表现为不仅仅要学习人类积淀的传统的知识和理论,更要学习前人获得这些知识和理论所使用、创造的方法、手段和思想。

为此,我们推出这套《创新学习系列丛书》,力图跳出旧囿,从一个全新的层面,帮助广大中学生梳理知识,探索规律,总结学法,在同步学习知识的基础上,更注重思维方法指导,强调能力的综合提高,最终使其学会学习,学会应用,学会创新,轻松备考,享用一生。

本丛书以“知识→思维→能力”这一科学的认知规律为指导,将每一章(单元、课)分为知识篇、思维篇、能力篇三大块。其中知识篇完全按照教材的顺序同步讲解,思维篇以激活思维方法为核心,能力篇侧重于综合提高。这是当今首次将创新思维与现行教材完全结合,且极富可操作性的一套同步学习参考书。

本丛书编写者是来自全国各地极富教学经验的一线教师,他们熟知传统的教学理论、教学方法和知识体系,且不甘平庸,勇于挑战,锐意创

新,在繁忙的教学工作之余,为编写这套丛书夜以继日,废寝忘食,参阅了大量最新的各类教学期刊和相关资料。为求知若渴的莘莘学子提供最大帮助,是我们全体编委共同的心愿。由于时间仓促,水平所限,错漏不当之处还望广大读者批评指正,以便我们再版时改进。

恒谦教学与备考研究中心
《创新学习系列丛书》编委会



Contents

目 录



第一章 氮族元素

知识篇	(1)
第一节 氮和磷	(5)
第二节 氨 铵盐	(15)
第三节 硝酸	(21)
第四节 氧化还原反应方程式的配平	(29)
第五节 有关化学方程式的计算	(35)
思维篇	(41)
能力篇	(55)



第二章 化学平衡

知识篇	(77)
第一节 化学反应速率	(78)
第二节 化学平衡	(84)
第三节 影响化学平衡的条件	(90)
第四节 合成氨条件的选择	(95)
思维篇	(99)
能力篇	(110)



第三章 电离平衡

知识篇	(131)
第一节 电离平衡	(132)

第二节 水的电离和溶液 pH	(137)
第三节 盐类的水解	(145)
第四节 酸碱中和滴定	(150)
思维篇	(154)
能力篇	(165)



第四章 几种重要的金属

知识篇	(181)
第一节 镁和铝	(184)
第二节 铁和铁的化合物	(193)
第三节 金属的冶炼	(200)
第四节 原电池原理及其应用	(203)
思维篇	(207)
能力篇	(218)



第五章 烃

知识篇	(236)
第一节 甲 烷	(239)
第二节 烷 烃	(243)
第三节 乙 烯 烯烃	(248)
第四节 乙 炔 炔烃	(255)
第五节 苯、芳香烃	(261)
第六节 石油 煤	(268)
思维篇	(276)
能力篇	(290)



第六章 烃的衍生物

知识篇	(315)
第一节 溴乙烷 卤代烃	(317)
第二节 乙醇 醇类	(320)
第三节 有机物分子式和结构式的确定	(326)
第四节 苯酚	(331)
第五节 乙醛 醛类	(336)
第六节 乙酸 羧酸	(341)
思维篇	(346)
能力篇	(357)

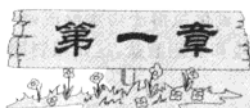
第七章 糖类 油脂 蛋白质
人类重要的营养物质

知识篇	(381)
第一节 葡萄糖 蔗糖	(382)
第二节 淀粉 纤维素	(389)
第三节 油脂	(394)
第四节 蛋白质	(400)
思维篇	(404)
能力篇	(410)



第八章 合成材料

知识篇	(423)
第一节 有机高分子化合物简介	(424)
第二节 合成材料	(428)
第三节 新型有机高分子材料	(431)
思维篇	(433)
能力篇	(438)
参考答案	(454)



氮族元素



篇



本章内容概要

在我们生活的空间中,四处都弥漫着氮气分子,但在我们的一呼一吸之间只与氧气和二氧化碳打交道,因此常常忽略了氮气.事实上空气中的氮气比氧气多,自然界中的绝大部分氮,以单质分子 N_2 的形式存在于空气中,氮气占空气体积的 78%. 动植物中也含有氮元素,它是有机生命——蛋白质的重要组成部分.氮的重要的矿物是硝酸盐,如南美智利的硝石——硝酸钠.

由于氮气的性质没有氧气活泼,所以人们对氮气性质的认识,是在将空气中氧气分离出之后.单质氮在常温常压下为一种无色、无味的气体.氮分子由两个氮原子构成,由于氮原子与氮原子之间以氮氮叁键结合,所以分子特别稳定.在大多数氮的化合物中,氮是以共价键与其他元素结合,在正价态中硝酸和硝酸盐是最稳定的化合物,在负价态中铵根离子和氨分子是最稳定的.

高温下氮气能与 II A 族金属作用生成氮化物,如氮化镁 (Mg_3N_2), 高温高压并有催化剂存在下氮气与氢气化合生成氨.放电时,氮气能与氧气直接化合生成一氧化氮.氮气与氧气反应时可生成不同价态的氧化物,如一氧化二氮、一氧化氮、二氧化氮、三氧化二氮、四氧化二氮、五氧化二氮等,除五氧化二氮外,其余氮的氧化物在室温下都是气体.其中一氧化氮是无色气体,不溶于水,二氧化氮是红棕色气体,在低温下易发生分子缔合转化为四氧化二氮、二氧化氮,可溶于水,且与水反应生成硝酸和一氧化氮.

氮是组成动植物蛋白质的重要成分,它虽然是生命元素,但高等动物及大多数植物不能直接吸收.一些豆科植物可通过根瘤菌进行生物固氮,把大气中的氮转化为氮

化物,然后被吸收生成蛋白质。空气中存在的单质氮和氧,在有雷雨时,它们会发生反应形成一氧化氮,接着又被氧化为二氧化氮,二氧化氮溶于雨水形成硝酸和亚硝酸,这些酸与土壤中的金属化合物作用,变成硝酸盐和亚硝酸盐,这是植物固氮的又一天然途径。

氮气是不活泼的气体,但一旦化合成氨,就变得非常活泼。氨经氧化可生成硝酸,氨与硝酸、硫酸、二氧化碳化合生成多种多样的化肥——硝酸铵、硫酸铵、碳酸铵和尿素等。氨极易溶于水,氨的水溶液称为氨水,氨水在日常生活中用来治疗中暑、蝎子或蜜蜂蜇了,擦一点氨水可以消肿。

硝酸是一种氧化性的强酸,是常用的氧化剂,也是一种重要的化工原料。

硝酸盐无毒,但食品中积累的硝酸盐,在细菌的作用下,会被还原成有毒的亚硝酸盐,它能把血液中的血红蛋白氧化,使血液失去携带氧气的功能,而使人体中毒。

磷元素位于周期表第 VA 族氮元素的下一周期。磷有白磷、红磷、黑磷等三种同素异形体。白磷为白色或黄色固体(决定于纯度),故又称为黄磷,它质软似蜡,反应活性很高,在空气中能自燃,必须储存于水中,白磷不溶于水,可溶于二硫化碳,毒性很大,人体吸收 0.1 克白磷就会中毒死亡(救治的方法是速服硫酸铜溶液)。在低于 800℃ 时,无论固态、液态或气态,白磷都以 P_4 形式存在,它是正四面体结构。将白磷隔绝空气加热,就转变为红磷。红磷不溶于水,也不溶于二硫化碳。红磷无毒,加热到 400℃ 才着火。

磷在充足的氧气中燃烧生成五氧化二磷,它是磷酸的酸酐,白色雪花状晶体。五氧化二磷与水反应时,先生成偏磷酸,然后形成正磷酸。五氧化二磷的吸水性很强,在空气中吸水迅速潮解,可用作气体或液体的干燥剂。

磷在自然界中以磷酸盐的形成存在,含磷的矿物有磷酸钙 $[Ca_3(PO_4)_2]$ 等。磷还存在于细胞、蛋白质和骨骼中,是生命体的重要元素。

在这一阶段的学习中我们还要熟练地掌握氧化还原方程式的配平。

学习目标

内 容	了 解	理 解	掌 握	综合运用
氮族元素符号·名称·原子序数	✓			
氮族元素在周期表中的位置	✓			
氮、磷元素原子结构示意图	✓			
推断性质的相似性			✓	

续前表

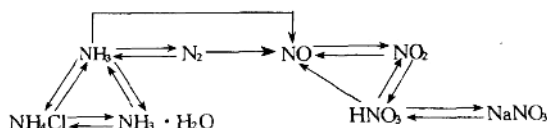
内 容	了 解	理 解	掌 握	综合运用
性质的差异性			✓	
同周期元素的比较				✓
氮元素在自然界中的存在	✓			
氮气的物理性质	✓			
氮的分子结构及对性质的影响		✓		
氮气与氧气、氢气反应的条件及产物			✓	
氮的各种氧化物及重要性质			✓	
关于混合气体溶解转化的计算				✓
氨分子结构和对其性质的决定作用		✓		
氨的物理性质(特别是溶解性)			✓	
氨与水、氯化氢的反应			✓	
氨的催化氧化			✓	
氨的制法、收集、检验、干燥			✓	
氨水的化学性质(弱碱性)			✓	
铵盐的性质用途			✓	
铵根离子和检验			✓	
硝酸的物理性质		✓		
王水的组成		✓		
硝酸的化学性质 (不稳定性、酸性、氧化性)				✓
硝酸的存放及鉴别	✓			

续前表

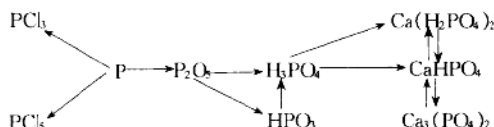
内 容	了 解	理 解	掌 握	综合运用
硝酸根离子的检验			✓	
氨氧化法制硝酸	✓			
有关化学方程式的计算			✓	✓
白磷、红磷互为同素异形体		✓		
白磷、红磷的物理性质的差异	✓			
磷在自然界的存在和用途	✓			
白磷的结构及晶型		✓		
磷的化学性质			✓	
五氧化二磷的性质和用途		✓		
磷酸的性质			✓	
几种磷酸盐的性质、组成		✓		
磷肥的有关知识			✓	
磷酸根离子的检验			✓	
微粒氧化性、还原性强弱的判断				✓
掌握氧化—还原反应的配平				✓

知识建构图解

(1) 氮元素形成的单质和重要化合物(包括氮气、氮的氧化物、硝酸、氨、铵盐)的性质特点,及其相互转化的关系:



(2) 磷元素形成的单质和重要化合物(包括红磷、白磷的氧化物、磷的氯化物、磷酸、亚磷酸、磷酸的正盐和酸式盐)的性质特点,及其相互转化关系。



第一节 氮和磷



氮元素主要以单质状态存在于大气中,约占大气总体积的 78% 和质量的 75%。除土壤中含少量的铵盐、硝酸盐外,氮以无机化合物形式存在于自然界的较少,主要以有机化合物的形式存在于有机体中,它是组成蛋白质、叶绿素和核酸的重要元素。

由氮元素在周期表中位置可看出,氮元素的非金属性仅次于氟和氧而与硫相似,所以氮元素应是活泼的非金属元素。但由于氮分子中有三个共价键,键能很大,在化学反应中,氮分子只有获得足够的能量,才能破坏氮氮叁键,以原子形式与氢、氧和多种金属元素发生反应,所以氮气的性质不活泼。我们在学习时,要抓住氮分子结构的特点,注意氮气在参加化学反应时的条件。

把大气中的氮气转化为氮的化合物的过程叫做氮的固定。因为氮的化合物在工农业生产中有极大的需要,所以研究氮的人工固定是十分重要的。

由于磷分子中磷原子的数目和排列不同,磷单质具有多种同素异形体。我们可以联系碳的同素异形体金刚石、石墨,进一步建立同素异形体的概念。

白磷是一种白色蜡状的固体,有剧毒,遇光会变黄,所以又叫黄磷,是具有危险性的物质。白磷易自然,其燃点为 40°C ,因摩擦或缓慢氧化而产生的热有可能使局部温度达到 40°C 而燃烧。因此不能说气温在 40°C 以下白磷就不会自燃。

可将少量的白磷放在冷水中保存。通过水的覆盖,既可以隔绝空气,又能防止白磷蒸气的逸出,同时还能保持白磷处于燃点之下。

磷元素是非金属元素,它的非金属性弱于氮元素,但磷单质却比氮气活泼,这是因为氮分子中有牢固的共价叁键束缚了氮原子。它的氧化物属于酸性氧化物,其对应的水化物是酸。磷酸分子中的磷的化合价最高价态为 +5 价,但由于磷酸分子中磷与

氧为正四面体结构,磷原子处于正四面体的中心,这个结构很稳定,所以磷酸一般不显示氧化性,这一性质不同于氮元素形成的硝酸.硝酸分子为平面型,三个氮氧键中有一个氮氧键的键长比其余的两个长,氮又为最高价+5价,为不稳定状态,而表现出强氧化性.

磷酸是三元中强酸,因而能形成正盐和两种酸式盐,认识和掌握三种磷酸盐的性质(主要是溶解性),进而理解磷肥(主要是各种磷酸盐)的制造原理.



(一) 氮

氮元素的存在:单质(空气中)体积比 78%,质量比 75%.

化合物:蛋白质、核酸.

工业制氮气:将空气液化为液态空气,利用氧气与氮气沸点的差异,再将液态空气升温后除去氧气,即可得纯净的氮气.

1. 物理性质.

无色、无味、比空气略轻($M=28$).

不易溶于水 1:0.02(体积比)

(对比:氨气 1:700 氯化氢 1:500 二氧化硫:1:40 硫化氢 1:2.6

氯气 1:2 二氧化碳 1:1)

相似相溶原理:结构相似的物质可以相互溶解.

水是一种极性分子,而氮气是一种非极性分子,所以氮气不易溶于水.

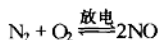
2. 化学性质.

氮的原子比较活泼,但由于分子中存在 $N \equiv N$,键能大,分子稳定,性质不活泼,可以用作保护气体.

(1) 氮气与氢气的反应,催化氢化合成氨.



(2) 氮气与氧气.



该方法制一氧化氮,得到的一氧化氮很少,因此不能用这种方法来制备一氧化氮.NO有毒、不溶于水、无色气体,还原性较强,常温下可与氧气反应:



雷雨天,大气中有少量的二氧化氮.

NO_2 有毒,易溶于水,是一种红棕色气体有刺激性气味的气体,氧化性较强.

对比:溴蒸气,红棕色,有刺激性气味.

二氧化氮与溴蒸气的鉴别方法.

① 硝酸银溶液.



浅黄色沉淀

二氧化氮反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 无沉淀产生

② 水.

溴溶于水后 $\rightarrow$ 溴水 橙 $\rightarrow$ 黄色

二氧化氮溶于水后 $\rightarrow$ 硝酸溶液 气体由红棕色 $\rightarrow$ 无色



不能用淀粉碘化钾来鉴别:

原因: $2\text{NO}_2 + 2\text{KI} \rightleftharpoons 2\text{KNO}_3 + \text{I}_2$



二氧化氮在低温下容易发生分子缔合,生成无色的四氧化二氮:



红棕色 无色

在封闭的装有二氧化氮的玻璃管中,如果升高温度那么可逆反应会向生成二氧化氮的方向移动,玻璃管中颜色加深,如果增加压强,可逆反应向生成四氧化二氮的方向移动,玻璃管中颜色变浅.

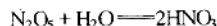
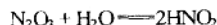
(3) 氮的氧化物.



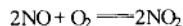
五种价态的六种氧化物都是大气的污染物.

一氧化二氮又名笑气,可以用作麻醉剂.

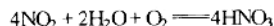
N_2O_3 是亚硝酸的酸酐, N_2O_5 是硝酸的酸酐.



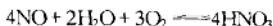
由二氧化氮制硝酸:



将两方程式相加,若消去一氧化氮,可得总反应式:



若消去二氧化氮,可得总反应式:



(4) 氮气与某些金属反应. 高温下, 氮气可与镁、钙、锶等ⅡA族金属元素化合:

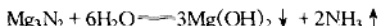


氮气与铝化合产物氮化铝是原子晶体.

镁条在空气中燃烧, 只能生成微量的 Mg_3N_2 , 由此可见, 氮气与镁的反应较弱.

24 g 的镁在纯氧中燃烧, 质量变为 40 g, 增加 16 g, 24 g 的镁在纯氮中燃烧, 质量变为 100/3 g, 所以镁在氮气中燃烧质量增加没有在氧气中质量增加得多, 镁在空气中燃烧质量增加由于生成了氮化镁的缘故将少于镁在纯净氧气中的质量增加.

可以用生成物与水反应放出氨气来鉴定 Mg_3N_2 的生成:



(5) 固氮. 将空气中游离态的氮转变为氮的化合物的方法. 分为生物固氮和化学固氮.

(二) 磷

1. 磷.

同素异形现象: 一种元素形成几种单质的现象.

同素异形体: 由同一种元素形成的多种单质互称为这种元素的同素异形体.

如, 氧元素: 氧气、臭氧.

碳元素: 金刚石、石墨、碳-60.

磷元素: 红磷、白磷.

同素异形体由于结构不同, 彼此间物理性质有差异; 但由于是同种元素形成的, 所以化学性质相似.

(1) 物理性质.

① 白磷: 纯白磷是无色透明的晶体, 遇光变黄(称为黄磷)成为蜡状固体, 有剧毒, 60 mg~100 mg 可使人致死, 皮肤接触也可导致中毒, 其密度 1.82 g/cm^3 , 熔点 44°C , 着火点 40°C , 不溶于水, 能溶于二硫化碳(相似相溶原理); 少量保存于冷水中, 隔绝空气加热到 260°C 转化为红磷.

② 红磷: 暗红色的粉末状固体, 无毒, 不溶于水也不溶于二硫化碳, 密度 2.34 g/cm^3 , 应密封保存, 着火点 246°C , 461°C 升华(隔绝空气), 气体骤冷后得白磷, 通常红磷由于含少量白磷也常带毒性.

(2) 化学性质.

① 与氧化合.

白磷：易自然，着火点 40°C ，贮存于密闭容器中，少量白磷保存于水中。

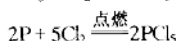
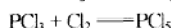
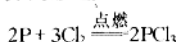
红磷：着火点 240°C 。

氧化产物：五氧化二磷，磷酸酐，极易吸水，强干燥剂，且与水反应，放出大量的热。

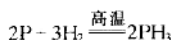
各种干燥剂的性能比较：

干燥剂	硫酸铜	氯化锌	氯化钙	烧碱	浓硫酸	苛性钾	磷酸
298 K 时的水蒸气含量(g/m^3)	14	0.8	0.34	0.16	0.003	0.002	0.000 1

② 与卤素反应。



(3) 与氢化合。



磷与氢的反应比氮与氢的反应更困难，因为磷分子 P_4 反应时，要破坏更多的化学键。 PH_3 称为磷，无色有恶臭，剧毒， $27.8 \text{ mg}/\text{m}^3$ 致死。

2. 磷酸与磷酸盐。

(1) 冷水： $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HPO}_3$ ，偏磷酸有剧毒。

热水： $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$ ，磷酸无毒。

(2) 磷酸：无色透明的晶体，熔点 42.35°C ，具有吸湿性，易溶于水，与水以任意比例混溶。

通常磷酸溶液为无色粘稠的浓溶液，浓度为 $83\% \sim 98\%$ ，磷酸是难挥发的中强酸，无氧化性，受热不易分解，具有酸的通性。

为什么硝酸有强氧化性而磷酸没有？

① 磷酸是正四面体的结构，比较稳定。

硝酸是平面三角的结构，不稳定。

② 硝酸分解成二氧化氮对硝酸根离子得电子有催化作用。

(3) 磷酸的工业制法(制纯度不高的磷酸)。原理：强酸制弱酸，磷酸钙与浓硫酸反应：

