

高中化学学习指导和测试

高二年级用

GAOZHONG HUAXUE
XUEXI ZHIDAO
HE CESHI

上海教育出版社

高中化学学习指导和测试

高二年级用

施其康 胡学增 刘 健

上海教育出版社

(沪)新登字107号

高中化学学习指导和测试

高二年级用

施其康 胡学增 刘 健

上海教育出版社出版发行

(上海永福路 123 号)

各地新华书店经销 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.5 字数 117,000

1990年9月第1版 1992年1月第3次印刷

印数 17,301—29,300本

ISBN 7-5320-1859-8/C·1802 定价: 1.55元

说 明

指导学生会学习化学，是本指导书的根本目的。指导学生会用教科书，是本指导书的出发点。

在编写指导书时，我们力求按照中华人民共和国国家教育委员会制订的、1986年12月颁布的《全日制中学化学教学大纲》，提出各节的学习要求，并且强调学习的重点。在内容分析中，不是面面俱到地照搬教科书，而是根据教科书，教给学生学习的方法，着重对学习要求提出的重点内容作分析、比较、举例。“例题讨论”、“自测练习”、“测试练习”、“综合测试练习”不是习题集，也不是代替教科书中的习题。而是按照学习重点，选择有代表性的题目，帮助学生在上了新课、做了习题后作自我测试，检查自己理解和掌握的程度。书末附有参考答案，供同学们自我评定。在“学生实验”中，不是系统地叙述实验的操作步骤，而是为了加深同学们对实验要求的理解而作必要的说明。并且，为了保证实验成功，对怎样操作、怎样观察、怎样分析提出了注意事项。“选学资料”是选择跟课文内容相关、又超出大纲要求的资料，供同学们选择、参考。

同学们在使用本指导书时，可以用它来预习、也能用来复习。但是，不能用它来代替教科书，或代替教师的讲解。同学们上课时，一定要认真听讲、认真用好教科书。这样，才能使你手中的教科书和指导书能相辅相成。本指导书也能供家长用来指导孩子学习化学。

配合教科书编写学生的学习指导书是一项尝试。在编写

中得到教师们的支持和帮助，还参考了一些经验文章和著作，在此一并表示谢意。由于水平限制，时间匆促，书中难免存在缺点和问题。我们殷切地希望同学们和同行们提出宝贵意见，以便修改、补充，使之不断完善。

本套指导书由孙元清、季文德、施其康、徐忠麟、袁忠信、曹南山、张长江、胡学增、刘健九位同志编写。本册书的第六、七部分由胡学增同志编写，第八、九部分由施其康同志编写，第十、十一部分和总结性测试练习由刘健同志编写。全书由施其康同志负责统稿和审稿。

目 录

(六) 氮和磷	1
第一节 氮族元素	1
第二节 氮气	3
第三节 氨 铵盐	7
第四节 硝酸 硝酸盐	14
第五节 氧化-还原反应方程式的配平	19
第六节 磷 磷酸 磷酸盐	24
学生实验指导	27
本章知识结构	28
(六) 测试练习	30
(七) 化学反应速度和化学平衡	36
第一节 化学反应速度	36
第二节 化学平衡	42
第三节 合成氨工业	49
学生实验指导	52
本章知识结构	53
(七) 测试练习	54
(八) 电解质溶液	59
第一节 强电解质和弱电解质	59
第二节 电离度	61
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	64
第四节 盐类的水解	67

第五节 酸碱中和滴定	71
第六节 原电池 金属的腐蚀和防护	74
第七节 电解和电镀	78
学生实验指导	81
本章知识结构	82
(八) 测试练习	84
(六)~(八) 总结性测试练习	88
(九) 硅 胶体	94
第一节 碳族元素	94
第二节 硅及其重要的化合物	96
第三节 硅酸盐工业简述	99
第四节 胶体	101
学生实验指导	104
本章知识结构	105
(九) 测试练习	106
(十) 镁 铝	109
第一节 金属键	109
第二节 镁和铝的性质	112
第三节 镁和铝的重要化合物 铝的冶炼	119
第四节 硬水及其软化	126
学生实验指导	130
本章知识结构	131
(十) 测试练习	132
(十一) 铁	136
第一节 铁和铁的化合物	136
第二节 炼铁和炼钢	143
学生实验指导	146

本章知识结构.....	149
(十一) 测试练习	149
(九)~(十一) 总结性测试练习	153
附录 参考答案.....	158

(六) 氮 和 磷

第一节 氮 族 元 素

[学习要求]

掌握氮族元素原子结构的特点。能根据氮族元素的原子结构,判断并比较它们的主要性质——原子半径、元素的金属性和非金属性、最高价氧化物的相应水化物酸碱性的变化趋势。

[内容分析]

1. 氮族元素处于元素周期表第V主族,它们原子的最外层电子排布是 ns^2np^3 。它们的最外层s轨道中有一对电子,在最外层p亚层中有3个不成对电子,分处于 np_x 、 np_y 、 np_z 轨道。所以,氮族元素原子的电子式可以用 $\cdot \ddot{R} \cdot$ 表示。氮族元素原子的最外层不成对电子数是同周期主族元素中最多的。

2. 氮、磷、砷、锑、铋5种氮族元素的最高正价都是+5价,它们的最高价氧化物可以用通式 R_2O_5 来表示。

氮、磷、砷的最低负价是-3价,它们的气态氢化物可以用 RH_3 来表示。

锑和铋是金属元素,通常不显负价。

3. 随着电子层数的增加,氮族元素原子半径依次递增,因此对最外层电子的控制力也依次减弱,非金属性递减而金

属性递增。

[例题讨论]

A 、 B 、 C 、 D 、 E 5 种主族元素原子，它们的最外电子层上都有 3 个不成对电子。其中 A 的原子半径最大， B 的非金属性最强， C 在它的化合物中通常不显负价， D 的最高价氧化物中氧的百分含量比 E 的最高价氧化物中氧的百分含量高。 A 、 B 、 C 、 D 、 E 分别是什么元素？

分析：在主族元素中，只有第 V 主族的元素最外层有 3 个不成对电子。所以 A 、 B 、 C 、 D 、 E 都是第 V 主族元素，即氮族元素。

在氮族元素中，原子半径最大的是铋。非金属性最强的是氮。在化合物中通常不显负价的元素应该是金属元素，而余下的 3 种元素中，只有锑是金属元素。

氮族元素最高价氧化物的通式是 R_2O_5 ， R 的原子量越小，氧的含量越高。在余下的两种元素中，磷的原子量比砷小。

答： A 是铋， B 是氮， C 是锑， D 是磷， E 是砷。

[自测练习]

1. 以下跟磷有关的说法中，错误的是_____。

(A) 磷的电子式是 $\cdot \ddot{P} \cdot$

(B) 磷的最外层电子排布是 $3s^2 3p^3$

(C) 偏磷酸(HPO_3)的酸性比硝酸(HNO_3)强

(D) 磷酸的酸性比硫酸弱

(E) 磷的金属性比砷强

2. 砷的最高价氧化物的分子式是_____，气态氢化物的分子式是_____，砷酸的分子式是_____，砷酸的酸性

比磷酸_____。

3. A 、 B 、 C 、 D 4 种元素分处于元素周期表相邻的 2 个主族和相邻的 2 个周期。已知 A 和 B 最外层的 p 亚层中不成对电子数比 C 和 D 多。 C 、 D 元素原子的最外层成对电子占据的轨道数跟不成对电子占据的轨道数相等。 A 的原子半径大于 B , B 的原子半径大于 C , C 的原子半径小于 D 。 C 的单质是气体。 A 、 B 、 C 、 D 分别是什么元素? 简述理由。

第二节 氮 气

[学习要求]

1. 了解氮气的存在、物理性质、工业上制取氮气的原理。
2. 能用自己的语言说出氮气的稳定性及其跟分子结构的关系。
3. 能写出氮气跟氧气、氢气、金属镁反应的化学方程式。
4. 掌握一氧化氮被氧化的反应, 二氧化氮跟水的反应以及跟四氧化二氮的相互转化。

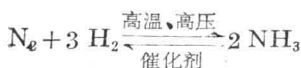
说明: 对氮的固定作常识性了解。

[内容分析]

1. 氮原子的电子式是 $\cdot \ddot{\text{N}} \cdot$, 它的最外层有 3 个不成对电子。氮分子的电子式是 $:\text{N}:::\text{N}:$, 3 对共用电子对由 2 个氮原子各自的 3 个不成对电子配对而成。所以氮分子的结构式可以用 $\text{N}\equiv\text{N}$ 表示。2 个氮原子的叁键的键能很大, 比其他双原子单质分子的键能大得多, 难以断裂。所以, 通常氮分子是很稳定的单质。

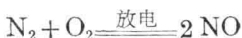
2. 在适宜的条件下, 氮气也能跟其他物质反应。主要的

反应有



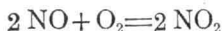
在这两个反应中，氮气都是氧化剂。在上述反应生成的化合物中，氮显-3价。

在放电条件下，氮气还能跟氧气反应。

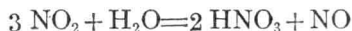


在这一反应中，氮气是还原剂。在生成物中，氮元素显+2价。尽管这个反应不容易发生，只有很少一部分氮气起反应，（要注意，不能认为这是氮气在氧气中燃烧的反应。）但是这个反应破坏了氮分子里的叁键，使土壤能从空气中获得氮元素，所以它对促进植物的生长十分重要。

3. 一氧化氮是一种无色的不溶于水的气体，它极易跟空气中的氧气化合，生成红棕色的气体二氧化氮。



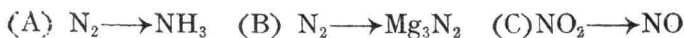
二氧化氮跟水反应生成硝酸和一氧化氮。这是工业上制硝酸的基本原理。



二氧化氮中的氮元素显+4价，硝酸中的氮元素显+5价，一氧化氮中的氮元素显+2价。在反应中，一部分二氧化氮被氧化成硝酸，另一部分被还原成一氧化氮。所以，在这个反应中二氧化氮既是氧化剂，又是还原剂。

[例题讨论]

1. 在下列变化中，氮元素发生了氧化反应的是_____。



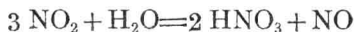
分析：氧化反应是指元素化合价升高的反应。在(A)、(B)、(C)3个变化中，氮元素的化合价都降低了。在(E)变化中，氮元素的化合价没有变化。只有(D)变化中，氮元素的化合价从+4价上升到+5价。

答：(D)。

2. 在一只10毫升的试管里，充满了一氧化氮和二氧化氮的混和气体。把这支试管倒立在水槽中，拔去试管塞。由于二氧化氮跟水起反应，最后试管里余下6毫升气体。试分析原试管中二氧化氮和一氧化氮各有几毫升。

分析：二氧化氮跟水反应生成硝酸和一氧化氮，所以余下的6毫升气体应该是原一氧化氮跟反应生成的一氧化氮的体积的和。

解：设原试管里有 x 毫升二氧化氮， $(10-x)$ 毫升一氧化氮。



$$x \text{ 毫升} \qquad \qquad \qquad \frac{x}{3} \text{ 毫升}$$

由题意 $(10-x) + \frac{x}{3} = 6$

解得 $x = 6 \text{ (毫升)}$

$$10 - x = 10 - 6 = 4 \text{ (毫升)}$$

答：原试管里有6毫升二氧化氮和4毫升一氧化氮。

[自测练习]

1. 氮分子的结构很稳定，主要因为_____。

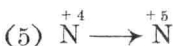
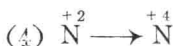
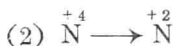
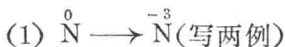
(A) 氮分子是一种非极性分子

(B) 氮分子是双原子分子

(C) 氮气是一种性质稳定的气体

(D) 氮分子里有 $\text{N}\equiv\text{N}$ 叁键, 键能大, 难以断开

2. 写出符合以下价态变化的反应的化学方程式。



3. 有 10 毫升一氧化氮和 3 毫升氧气, 把它们混和后通入水槽, 用排水法收集逸出的气体。试确定(1)逸出的是什么气体? (2)它的体积是多少?

4. 标准状况时, 每 7 克氮气的体积是 5.6 升。试用两种不同的思路, 列式计算氮气的分子量。

5. 有人把氮气的电子式写成 $\text{N} \begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix} \text{N} \begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix}$ 和 $\text{N} \begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix} \text{N} \begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix}$ 。指出这两种写法的错误之处, 并说明理由。

[选学资料]

使空气中的游离态的氮转变成化合态的氮的方法, 统称为固氮。由于氮气的结构十分稳定, 固氮无疑是一件很困难的事。但是, 随着农业的发展, 大批土地被开垦为耕地, 致使化合态的氮(氮肥)成为人类生产活动中需求量甚大的物资。

在工业上, 氮气跟氢气合成氨的反应, 是目前最普遍的固氮方法。这一反应需要在 30 兆帕、 500°C 的条件下才能发生, 在生产中要消耗大量的能量。

科学家们早已发现,豆科植物和苜蓿等根部有根瘤菌,根瘤菌中含有一种有特殊催化能力的蛋白质,叫固氮酶。这种蛋白质在常温常压下即使能使空气中的氮转化成氨。

那么,如果人们能研究出固氮酶固定氮的特殊机理,并在人工控制下再现这种化学过程,那就能在固氮时消耗极少的能量。

这个研究课题叫做模拟生物固氮。

近四十年来,世界各国有不少科学家致力于这一研究,并陆续取得了一些成果。我国的著名化学家卢嘉锡曾经提出钼-铁-硫固氮酶的网兜模型,这种模型可以成功地解释固氮酶的固氮机制。以后,他又人工合成这种模型,测出它的固氮功能,在化学模拟生物固氮的领域里,迈出了成功的一步。

科学家们预言,在本世纪末或下世纪初,生物模拟固氮工程可望有重大突破。

第三节 氨 铵盐

[学习要求]

1. 从电子配对来认识氨分子的电子式。知道氨分子是一种三角锥形的分子,是一种极性分子。

2. 知道氨的物理性质,能辨别氨气的特殊气味,记住氨气易液化,初步掌握氨易溶于水的性质。

3. 通过氨在水中的反应和一水合氨的电离,理解氨有弱碱性的原因。能写出氨跟各种常见酸反应的化学方程式。

4. 能写出氨氧化制一氧化氮的化学方程式,解释氨催化氧化实验中的现象。

5. 掌握实验室制氨气的实验。能用自己的语言解释这个

实验的化学原理,解释为什么要用这一仪器装置以及收集、干燥的方法。

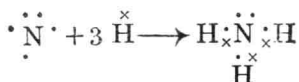
6. 能说出铵盐跟强碱反应的产物,写出有关的化学方程式。解释检验铵盐的化学原理,能做检验铵盐的实验。

7. 认识铵盐的可溶性和不稳定。

[内容分析]

1. 在物质结构理论中,有一种叫电子配对法的观点,它能成功地解释很多简单分子的构成。电子配对法认为,不成对电子配对后能形成分子。例如,氮原子中有3个不成对电子,两个氮原子之间能形成3对共用电子对,从而构成氮分子。

同样,当氮原子跟氢原子形成氨分子时,1个氮原子跟3个氢原子之间能形成3对共用电子对。所以,氨分子的形成能表示成



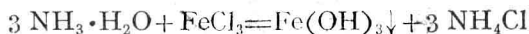
从氨分子电子式可见,氨分子里,有一对没有参与成键的电子对,这就是孤对电子。

2. 氨气极易溶于水,在常温常压时,1体积水中能溶解约700体积的氨气。在标准状况时,1体积水中能溶解约1000体积的氨气,也就是在1升水中几乎能溶解 $\frac{1000}{22.4} = 45$ (摩尔)的氨气。

3. 氨气溶于水后,大部分跟水结合成一水合氨,一水合氨有少量电离成 NH_4^+ 和 OH^- ,所以氨水的成分很复杂。习惯上我们把氨的水溶液叫做氨水,在作溶液计算时,把它的溶

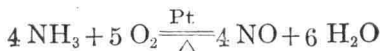
质看作是 NH_3 。但是氨水作为碱溶液起反应时，应把溶质写成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

例如，氨水跟氯化铁溶液的反应如下：



氨水还有一个很特别的性质，它的密度小于 1 克/厘米³，而且浓度越大，密度越小。30% 的氨水，密度只有 0.892 克/厘米³。

4. 在氨分子中，氮元素是 -3 价，所以它有可能失去电子氧化成较高价态的氮，表现出还原性。但是，氮的非金属性很强，它结合的 3 个电子很难失去，所以氨的还原性不很强。只有在一定条件下，氨才能被氧气氧化。在铂或三氧化二铬作催化剂时，氨能被氧气氧化成一氧化氮。



5. 铵盐跟碱反应是复分解反应。根据酸、碱、盐相互反应的一般规律，盐跟碱反应生成另一种盐和另一种碱。铵盐跟碱反应时生成的碱是一水合氨。一水合氨不稳定，受热容易分解，逸出氨气。例如，



这类反应既是实验室用铵盐制取氨气的原理，也是检验铵盐的原理。反应中逸出的氨气遇到湿润的红色石蕊试纸，会使试纸变蓝色。

实验室制氨气时，如果用加热氯化铵跟消石灰的混和物的方法，所用的装置跟氯酸钾制氧气的装置一样。为了防止