

高級中學課本

化学

第二册



周 芬 程名荣 主 编

北京师范学院版业书刊出版字第二号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

新华书店发行

工人出版社印刷厂印装

统一书号: K7012·711 字数: 109千

开本: 787×1092公厘 1/32 印张: 5 $\frac{1}{2}$ 插页: 1

1957年第一版 1958年第二版

1959年1月第二版第七次印刷

北京: 77,001—88,800册

定价(2) 0.28 元

期 限 表

第六章 氮和磷	41
第一节 氮气	1
第二节 氨	5
第三节 銨盐	10
第四节 化学平衡	12
第五节 氮的工业制法	16
第六节 氮的氧化物	21
第七节 硝酸	23
第八节 硝酸盐	27
第九节 硝酸的工业制法	30
第十节 氮在自然界的循环 氮肥	38
第十一节 磷	41
第十二节 磷酐和磷酸	46
第十三节 磷 磷肥	47
第十四节 氮和磷性质的比较 氮族	50
第七章 門捷列夫周期律和 元素周期表	52
第一节 元素分类的最初 尝试	52
第二节 門捷列夫的周期律	54
第三节 元素周期表	62
第四节 門捷列夫修正原子 量和預言新元素	71
第五节 門捷列夫周期律的 意义	76
第八章 原子结构	80
第一节 放射性	81
第二节 原子的结构	87
第三节 原子核的组成 同位素	89
第四节 短周期里元素的 原子结构	93
第五节 分子的形成	97
第六节 用原子结构理論解 釋元素的化合价	103
第七节 原子结构和 周期律	106

还 說	109
第一节 物质的分子结构和 溶液的导电性	109
第二节 电解质的电离	111
第三节 离子跟原子的 性质不同	114
第四节 硷类、酸类和盐类 的电离	116
第五节 强电解质和 弱电解质	11
第六节 溶液里离子的 反应	12
第七节 电解	127
第十章 碳和硅	132
第一节 碳和硅的通性	132
第二节 碳在自然界里的存在 碳的同素异性体	133
第三节 碳的化学性质	137
第四节 一氧化碳	139
第五节 一氧化碳的工业 制法	141
第六节 二氧化碳	146
第七节 碳酸和碳酸盐	149
第八节 碳在自然界里的 循环	154
学生实验	156
实验 1. 制取氨和銨盐并 認識它們的性质	156
实验 2. 硝酸和硝酸盐的 性质	158
实验 3. 硝酸銨的制取	160
实验 4. “氮和磷”的实验 习题	162
实验 5. “电离学說”的 实验	163
实验 6. 制取二氧化碳和碳 酸盐并認識它們的 性质	165
实验 7. “碳”的实验习题	168

第六章 氮和磷

我們在高中一年級已經學過了鹵族、氧族等兩族非金屬元素，現在我們將要學習另外兩種重要的、性質相似的非金屬元素——氮和磷。氮和磷這兩種元素對於自然界動植物的生活以及國家工農業建設的發展，都有重大的意義。

第一節 氮氣

元素符號 N 原子量 分子式 N_2 分子量 28

1. 氮氣的物理性質

純淨的氮氣

是一種沒有顏色、沒有氣味

重

是 0.97，比空氣稍輕。溶

沸

點稍低些。

氮氣在水里的溶解度比氧

的時候

放出的混和氣體里所含的氮氣，比尋常空

氣的比

率要小些。

氮氣沒有毒，但是動物在氮氣里會死去，這是由於動物得不到他們呼吸所需要的氧氣的緣故。

2. 氮氣的化學性質 在通常狀況下，氮氣不跟其他元素化合。氮氣的所以這樣穩定，是由於它的分子里的原子彼此結合得很牢固，不容易分離的緣故。正因為氮氣的化學性質不很活動，所以氮氣在空氣里能長期存在。

氮氣不能支持燃燒，不能燒着的鎢絲伸入盛有氮氣的瓶子，

火焰立即熄灭。

只有在高温下，氮气才能跟氢气、金属、氧气或其他非金属化合。

氮跟氢或金属化合的时候，化合价是-3，跟氧或其他非金属化合的时候，化合价不定，最高价是+5。

(1) 氮气跟氢气或金属的化合 氮气跟氢气可以直接化合，生成一种气态化合物——氨(NH_3)，这种气体具有特殊刺激性气味。

把氢气和氮气混和后通过一个玻璃管，这时在管的另一端根据气味或其他方法(例如，利用酚酞试液，因为氨能使酚酞显示红色)来检验，我们都不能试出玻璃管里有氨生成。即使把管子加热，也检验不出氨来。

如果先把还原铁粉(在氢气流里使氧化铁粉末还原而得到铁粉，并把它附着在石棉上)放在管子里，再使氮气和氢气的混合物通过管子，这样，在常温下，我们仍然检查不出有氨生成。但是，如果把氮氢混和气体适当加热，管内就有氨生成了。氨的生成可以根据发生的刺激性气味，以及吸收瓶里水中所加的酚酞显示红色而知道(实验装置如图1)。氢气跟氮气化合的化学方

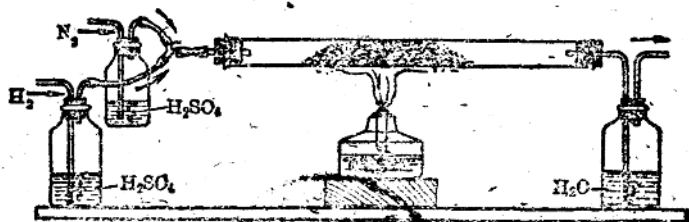
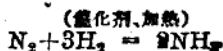


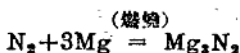
图1 使氢气跟氮气化合的装置

程式是:



这个反应进行的条件是:氮气和氢气的混和物受热,并接触热的催化剂——铁粉。这个反应是放热反应。

在高温的时候,氮气能跟镁、钙等几种金属化合。例如,镁在空气里燃烧,除生成氧化镁外,总有微量的氮化镁同时生成。



(2)氮气跟氧气的化合 按照图 2 连接装置,两个电极跟感应圈相连,使两极间放电,这时两极间有小火焰发生,同时容器里生成一种带刺激性气味的气体。这是因为空气里的一部分氮气在高温下跟氧气化合而生成一氧化氮(NO):

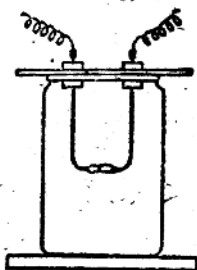
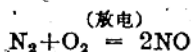


图 2 氮气跟氧气化合



一氧化氮又跟空气里的氧气化合成棕色气体——二氧化氮(NO₂):



电流刚一停止,氮气跟氧气的化合反应也就立刻停止。因为氮气跟氧气的化合反应是吸热反应,也就是说,反应进行的时候,必须从外界吸收热能。在这个实验里,热能是由电流供给的,所以电流一中断,供热就停止,反应也就停止。由于相同的原因,自然界在雷雨的时候,空气里也有少量二氧化氮生成。

3. 自然界里的氮 大部分氮在自然界里以游离状态存在。大家知道,氮气是大气的主要组成部分,它约占大气体积的

78%。

土壤里有少量的含氮无机化合物(主要是硝酸盐)和含氮的有机化合物。

硝酸盐的矿层在自然界里非常少,到现在为止,只在南美洲智利发现有硝酸钠矿。

构成动植物的蛋白质里也含有氮。蛋白质是氮跟碳、氢、氧等元素化合成的复杂的有机化合物,它是动植物有机体的主要成分,它是生命的基础。因此,氮对自然界动植物生活的意义非常重大。

4. 氮气的制法 在工业上,氮气跟氧气一样是用空气来制取的。把空气加压并降低温度使它液化,然后再使液态空气蒸发。由于液态氮的沸点比液态氧低(液态氮的沸点是 -196°C , 液态氧的沸点是 -183°C), 所以液态氮先变成气体从液态空气里放出来。

习 题 1

1. 简述氮气的物理性质、化学性质和制法。写出有关反应的化学方程式。
2. 比较一下氮气、氧气和氟气的化学性质(注意反应条件)。

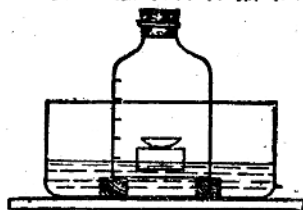


图3 从空气里制取氮气的装置

3. 怎样利用磷和图3所示的装置来制取氮气? 试设法把制得的氮气导入一个试管,并用实验方法证明它是氮气。

4. 混有硫化氢和水蒸气的空气依次通过了氢氧化钠溶液、浓硫酸和灼热的铜。最后所得的混和气体含有哪

些成分? 为什么? 回答时用化学方程式来说明。

5. 已知空气每升重 1.293 克(在标准状况下), 求氮气对空气的比重。
6. 在五个玻璃瓶里分别装有下列各种气体: 氯气、氧气、氮气、二氧化硫和二氧化碳。怎样鉴定在哪一个瓶子里装的是氮气?

第二节 氮

分子式 NH_3 分子量 17

1. 氮的物理性质 氮是没有颜色、有刺激性气味的气体, 对空气的比重是 0.59。氮很容易液化, 把它冷却到 -33°C , 或在常温下加压到 7—8 个大气压, 就能凝结成无色液体。如果使玻璃筒充满氨, 再倒拿着玻璃筒, 把筒口浸在水里, 就能看到水进入筒里, 逐渐充满筒的内部(象图 4 II 所示)。这个实验证明, 氨极易溶于水。在常温下, 1 体积水大约可以溶解 700 体积氨。

氨的水溶液叫做氨水。氨水有强烈的氨的气味, 因为氨分子随时都从氨水里放出来。氨能刺激嗅神经, 昏迷的人嗅到氨水的气味可以恢复知觉。

跟其他的气体一样, 当受热的时候, 氨在水里的溶解度就减小, 它会更快地从氨水里放出来。所以, 为了方便, 在实验室里有时

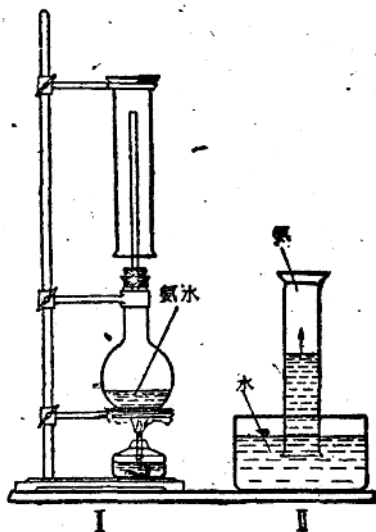


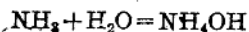
图 4 I 由氨水制氨

II 演示氨在水里的溶解性

可用加热氨水的方法来制取氨气(图 4 I)

2. 氨的化学性质

(1) 氨跟水的反应 溶解在水里的氨有一部分跟水发生化学反应。水分子里一个氢原子被氨分子所夺取, 结果形成一种+1价的原子团——铵根(NH_4)。铵根和水分子里剩下的氢氧根结合而成一种铵的化合物, 就是氢氧化铵(NH_4OH)。



铵根是一种+1价的原子团, 铵根在它的各种化合物里起一价金属元素的作用。

氢氧化铵具有碱的一切性质: 使石蕊溶液变蓝色, 跟酸中和生成盐和水, 等等。例如, 氢氧化铵跟盐酸、硫酸起中和反应:

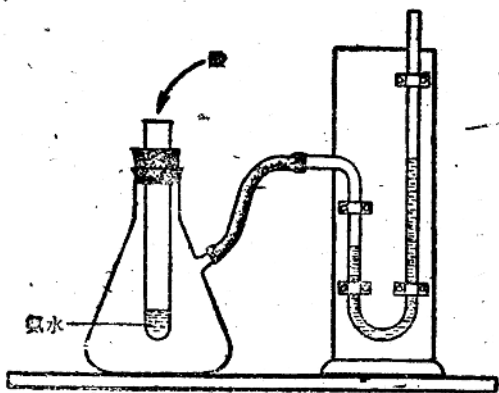
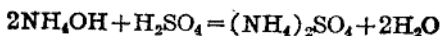
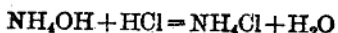
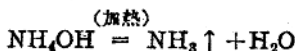


图 5 氨水跟酸起中和反应时放热, 瓶子里的空气因受热而体积增大

这两个反应跟其他的中和反应一样,也会在过程里放出热来(图 5)。把这样生成的溶液蒸干,就得出铵盐的晶体:氯化铵(NH_4Cl)或硫酸铵[(NH_4) $_2\text{SO}_4$]。

氢氧化铵只能在溶液里存在,我们不能得到纯净的氢氧化铵,它一受热就分解为 NH_3 和 H_2O :



(2) 氨跟酸的反应 拿一根玻璃棒在氨水里蘸一下,拿另一根玻璃棒在浓盐酸里蘸一下,把这两根玻璃棒接近(不要接触)的时候,就有大量的白烟(图 6)产生,这是氨水里放出的氨跟盐酸

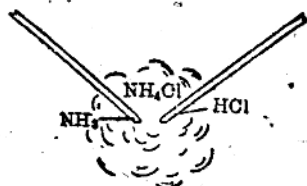


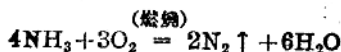
图 6 氨跟氯化氢反应。生成氯化铵的白烟

里放出的氯化氢化合所生成的细小的氯化铵晶体:



氨还能跟其他的酸化合而生成铵盐。例如把氨通入硝酸,就生成硝酸铵: $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$ /

(3) 氨跟氧气的反应 氨能跟氧气起反应,但氨不能在空气里燃烧,只能在纯净的氧气里燃烧。我们可以做这样一个实验:按照图 7 来连接装置,使氨通入一个细管,由粗管底部的另一个管子里导入氧气。然后,拿燃着的火柴靠近通氨的管口,氨就燃烧起来,发出黄色的火焰^①,生成氮气和水蒸气:



① 如果氧气充足,氨燃烧时,火焰呈浅绿色。

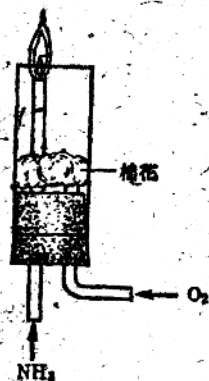
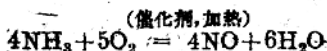


图7 氨在氧气里燃烧

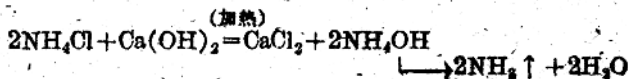
氨跟氧气的反应里，如果应用了催化剂（如铂、氧化铁等），反应的产物就是一氧化氮而不是氮气。我们可以做这样一个实验：把浓氨水放在锥形瓶里，使红热的螺旋状铂丝接近液面，但不要使铂丝跟氨水接触，这时铂丝自己就会继续红热。产生这个现象的原因是：氨分子跟氧气分子在铂的表面上进行反应，生成一氧化氮和水蒸气：



这个反应叫做氨的接触氧化。铂能够继续红热，是因为在反应进行过程里，有热放出来。氨的接触氧化反应，在近代硝酸工业里有重要意义，这将在以后讲到。

3. 氨的用途 氨是现代化学工业的最重要的产品之一。它是制造铵盐、硝酸、氮肥以及某些炸药和染料的主要原料。氨也广泛应用在冷冻装置里。因为氨受压缩的时候易于液化，液态氨蒸发的时候，吸收大量的热（每克吸收327卡），温度就急速降低。氨的水溶液在实验室里和医药上有广泛的应用。

4. 氨的实验室制法 在实验室里，通常用加热铵盐跟碱的方法来制备氨。例如，在试管里加热氯化铵和消石灰的混合物，就会发生反应而放出氨来：



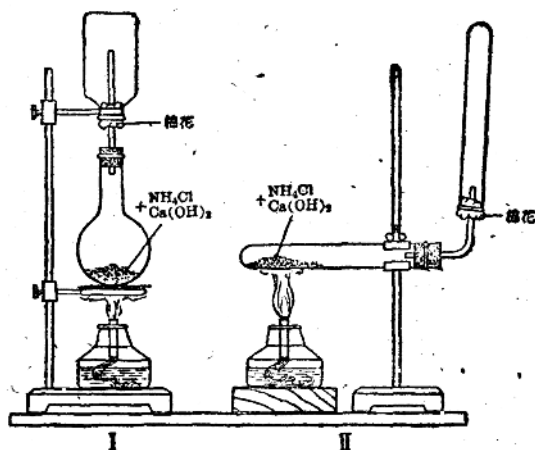


图 8 氨的实验室制法

I 用烧瓶制取 II 用试管制取

由于氨比空气轻,而且容易溶解于水,所以氨只能用排空气取气法把它收集在倒立的干燥容器里(图 8)。

为了制取干燥的氨,通常使制得的氨通过“碱石灰”(一种干燥剂,是消石灰和氢氧化钠的混和物),吸收其中所含的水蒸气。

习 题 2

1. 简述氨的物理性质和化学性质,并写出相应的化学方程式。
2. 氨有什么重要的用途? 在实验室里可以用哪些方法来制取氨?
3. 氨跟氯化氢、溴化氢、硫化氢各能发生什么样的反应? 这些反应的共同点是什么?
4. 氢氧化铵跟氢氧化钠在成分上和性质上有什么共同之点? 有什么不同之点?
5. 怎样用氯化铵作为原料来制取一氧化氮? 用 500 克氯化铵可制得多少

克一氧化氮?

6. 用 4 克分子的硫酸, 最多能吸收氮多少升(标准状况)?

7. 怎样鉴定氮里是不是混有氢气?

第三节 铵盐

铵盐是氨跟酸化合后的生成物, 也可以用酸中和氨水来制得。铵盐的分子由铵根(NH_4)和酸根所组成。

1. 铵盐的物理性质 铵盐都是晶体, 外观上很象钠、钾的相应的盐。例如, 氯化铵就很象氯化钠。一切铵盐都能溶于水。

2. 铵盐的化学性质

(1) 铵盐加热后的反应 铵盐加热的时候, 容易分解, 一般

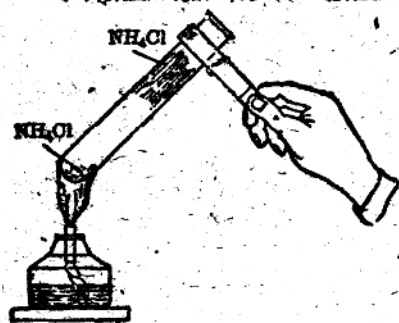
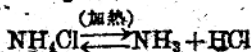


图 9 氯化铵的分解和合成

生成氨和酸。例如, 我们把氯化铵(NH_4Cl)放在试管里加热, 就会发生象碘的升华那样的现象(图9)。但是, 氯化铵加热后的现象跟碘的升华实质上是绝不相同的。碘的升华是一种物理现象, 而氯化铵加热后的现象是一种可逆的化学反应。氯化铵受热分解为氯化氢和氨; 生成的氨和氯化氢都是容易挥发的物质, 它们一起挥发, 然后在试管内壁的冷处相遇, 又化合成氯化铵:



此外, 象碳酸铵、硫酸铵、磷酸铵等加热的时候也都很容易

3. 铵盐的用途 铵盐里用途最大的是硝酸铵 (NH_4NO_3) 和硫酸铵 [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$]。这两种盐大量地用作肥料。硝酸铵还用来制造炸药, 例如, 开矿用的一种叫做“阿芒拿”的炸药, 就含有炭、铝和硝酸铵。

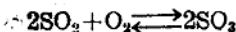
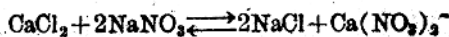
在焊接作业上, 氯化铵用来除去待焊金属物件表面的金属氧化物薄层, 使焊料更好地跟焊件结合。当氯化铵接触到红热的金属表面的时候, 就分解成为氨和氯化氢。氯化氢立即跟金属氧化物起反应使它变成易溶的或挥发性的氯化物。这样, 金属表面就清洗干净了。

习 题 3

1. 简述铵盐的化学性质、用途和制法。写出相应的化学方程式。
2. 氯化钠和氯化铵在性质上有什么相似的地方? 有什么不同的地方? 怎样从氯化铵跟食盐的混和物里把氯化铵分离出来?
3. 在 4 个试管里分别装着氯化铵、氯化钠、硫酸钠和硫酸铵这几种晶体, 怎样检验出各个试管里装着哪种物质?
4. 现有氢氧化钙和氯化铵各 10 克, 可以制取多少克分子的氨? 如果把这样制得的氨配制成 500 毫升氨水, 这种溶液的克分子浓度是多少?

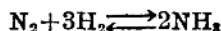
第四节 化学平衡

一 我們在学习高一化学的时候, 已经知道有些化学反应是可逆的。例如:



氮气和氢气化合成氨的反应也是一个可逆反应。当氮气和

氢气的混和物通过加热的催化剂(还原铁粉)的时候,能生成少量的氨;反过来,在同样的条件下,把氨通过同样的催化剂,也有一部分氨分解成为氮气和氢气。因此,这个反应可以用下式表示:



可逆反应是不能进行到底的反应。实验证明,在可逆反应开始进行的时候,正反应的速度很大,逆反应的速度很小。随后,由于反应物的浓度逐渐减小,生成物的浓度逐渐增大,正反应的速度随着减小,逆反应的速度随着增大。经过一定时间,正反应和逆反应的速度相等,反应物跟生成物的混和物(以下简称反应混和物)的百分组成就不再发生变化。这时,反应就达到了化学平衡状态。

由原子-分子论的观点看来:在单位时间里,由反应物质的分子所生成的新物质的分子数目,等于重新变成反应物质的新物质的分子数目,这时的反应混和物的状态就叫做化学平衡。

在一定的反应条件下(指物质的浓度、温度、压力等条件),达到平衡的反应混和物的百分组成是一定的。例如,在600°C和200大气压下,把一体积氮气和三体积氢气的混和物通入一个装有催化剂的密闭容器里,结果能得到9.2%的氨(体积组成)。但是,如果我们用纯净的氨,使它在同样温度和压力下,接触同样的催化剂,在达到平衡状态时,混和气体内仍然只有9.2%的氨。由此可见,在一定的反应条件下,不问反应由正反应开始,或由逆反应开始,达到平衡状态的反应混和物的组成是不变的。

但是，如果反应达到平衡状态以后反应条件有了改变，反应混和物的组成也就随着改变而达到新的平衡状态，这叫做化学平衡的移动。

例如，参加反应物质的浓度的改变可以使平衡移动。假定有一个容器装着处于平衡状态的氢气、氮气和氨的混和物。现在，我们往这个容器里再通入一些氢气，使容器里的氢气浓度增加。这时，氢气分子跟氮气分子互相碰撞生成氨分子的次数就增多了，正反应就比逆反应占优势。于是反应就向着生成更多的氨分子的方向移动，直到反应混和物达到新的化学平衡状态为止。

同样，假如我们减小这个已达平衡的气体混和物里的氨的浓度，正反应也要比逆反应占优势，平衡也要向正反应方向移动。

可见增大反应物质的浓度，或者减小生成物质的浓度，都可以使平衡向着正反应的方向移动。

处于平衡状态的反应混和物里，不管是反应物质或生成物质，如果有气态物质存在，那末，改变压力也常常会使平衡移动。平衡移动的时候，反应进行的方向跟气体体积的改变有关（固体或液体的体积受压力的影响很小，可以略去不计）。根据实验的结果证明：增大压力，会使化学平衡向着缩小气体体积的那个反应方向移动；减小压力，会使化学平衡向着增大气体体积的那个反应方向移动。例如，在合成氨的反应里：

