

广 州 市 中 学

化 学

教学参考资料

（高中一年级下册）

目 录

第四章 氮和磷	(1)
一、目的要求	(1)
二、重点和难点	(1)
三、注释和参考资料	(4)
第五章 化学平衡 合成氨	(11)
一、目的要求	(11)
二、重点和难点	(11)
三、注释和参考资料	(13)
第六章 碳族 胶体	(30)
一、目的要求	(30)
二、重点和难点	(30)
三、注释和参考资料	(32)

第四章 氮和磷

一、目的要求

1. 掌握氮的重要化学性质及用途。
2. 认识氨和铵盐的重要性质及氨的实验室制法。
3. 掌握硝酸和硝酸盐的重要化学性质——不稳定性和氧化性。了解硝酸工业生产的化学原理。
4. 掌握用电子得失来配平氧化——还原反应方程式的方法。
5. 了解磷、磷酸、磷酸盐的主要性质。
6. 掌握铵盐、硝酸、硝酸盐的鉴别方法。

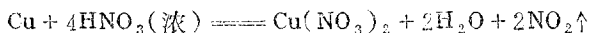
二、重点和难点

本章是在学习了氧族元素的硫及其重要化合物以后的又一元素和化合物的知识，本章编排在物质结构和元素周期表之后，这样，可运用这些重要的原理，指导氮和磷这些具体知识的学习。同时，通过本章的学习，又可加深对物质结构和元素周期表的认识。

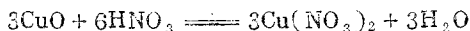
本章的重点有三：

(1) 氨的性质。氨的溶解性，在物理性质中是很重要的，在常温下，1 体积的水大约可溶解 700 体积的氨。氨跟水、氧气、酸的反应，是氨的重要化学性质。讲课时，除注意做好演示实验外，还要把它的性质和用途联系起来。如氨跟酸反应，得各种铵盐，氯化铵、硫酸铵都是氮肥；氨跟氧

这两个分步的化学方程式合起来可用总的化学方程式表示：



又如，稀硝酸跟铜反应，分步化学方程式是：



总式是： $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$

至于总的化学方程式如何用电子得失法配平，学生通过后面的学习，就能逐渐掌握。

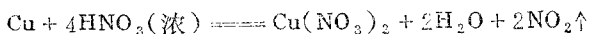
此外，有关硝酸的性质，大多可以做演示实验，而且现象很明显，有利于提高学生学习积极性，除了书内介绍的浓硝酸与铜的反应、硝酸跟木炭的反应等，还可补充稀硝酸与铜的反应，使学生加深对硝酸性质的认识。

(3) 用电子得失法配平氧化——还原反应方程式。

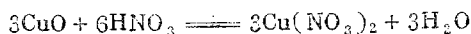
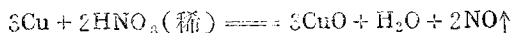
在初中化学里，学生已懂得氧化——还原反应的概念，并初步学会用观察法配平一些比较简单的化学方程式。但是，对于比较复杂的反应，特别是比较复杂的氧化——还原反应，如上面所讲的浓、稀硝酸跟活泼性不同的各种金属反应的化学方程式，用观察法配平是很难解决的。因此，用电子得失法配平氧化——还原方程式是一种重要方法。但因为学生刚建立氧化——还原方程式的概念，对什么物质是氧化剂，什么物质是还原剂比较容易混淆，所以，学生初学起来比较困难，因此，用电子得失法配平氧化——还原方程式又是本章的难点。

要讲清这问题，关键有二，首先要让学生分清什么物质是氧化剂，什么物质是还原剂；那个元素的化合价升高了，那个元素的化合价降低了。其次，要让学生懂得，在氧化——还原反应中，还原剂失去的电子总数与氧化剂得到的

这两个分步的化学方程式合起来可用总的化学方程式表示：



又如，稀硝酸跟铜反应，分步化学方程式是：



总式是： $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$

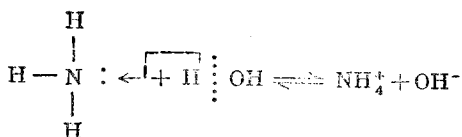
至于总的化学方程式如何用电子得失法配平，学生通过后面的学习，就能逐渐掌握。

此外，有关硝酸的性质，大多可以做演示实验，而且现象很明显，有利于提高学生学习积极性，除了书内介绍的浓硝酸与铜的反应、硝酸跟木炭的反应等，还可补充稀硝酸与铜的反应，使学生加深对硝酸性质的认识。

(3) 用电子得失法配平氧化——还原反应方程式。

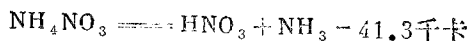
在初中化学里，学生已懂得氧化——还原反应的概念，并初步学会用观察法配平一些比较简单的化学方程式。但是，对于比较复杂的反应，特别是比较复杂的氧化——还原反应，如上面所讲的浓、稀硝酸跟活泼性不同的各种金属反应的化学方程式，用观察法配平是很难解决的。因此，用电子得失法配平氧化——还原方程式是一种重要方法。但因为学生刚建立氧化——还原方程式的概念，对什么物质是氧化剂，什么物质是还原剂比较容易混淆，所以，学生初学起来比较困难，因此，用电子得失法配平氧化——还原方程式又是本章的难点。

要讲清这问题，关键有二，首先要让学生分清什么物质是氧化剂，什么物质是还原剂；那个元素的化合价升高了，那个元素的化合价降低了。其次，要让学生懂得，在氧化——还原反应中，还原剂失去的电子总数与氧化剂得到的

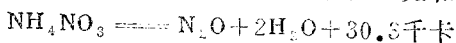


5. 硝酸铵的加热分解和爆炸

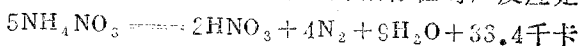
硝酸铵受热的分解反应比较复杂，在不同的温度，有不同的主要生成物。例如，在 110°C ，硝酸铵的分解反应表示如下：



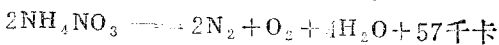
在 $185 \sim 200^\circ\text{C}$ ，分解而生成一氧化二氮和水。



当温度高于 400°C ，并有海绵状的铂存在时，反应是：



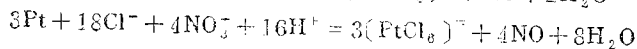
硝酸铵发生爆炸时，主要反应如下：



常用的一种叫“阿摩拿”的炸药就是硝酸铵（72%）、铝粉（25%）和炭粉（3%）的混和物。这种混和物要靠引爆剂（如三硝基甲苯等）来引起爆炸。

6. 王水与贵金属的反应

一体积浓硝酸与三体积浓盐酸所组成的混合溶液称为王水。金、铂等贵金属既不易溶于浓硝酸，也不溶于盐酸中，但却能溶于王水中。



这个反应的发生，是因为金（或铂）首先被浓硝酸所氧化，不过，只是极少的部分，但当有 Cl^- 存在时，和产物 Au^{3+} （或 Pt^{4+} ）化合，生成了络离子 $(\text{AuCl}_4)^-$ （或 $(\text{PtCl}_6)^-$ ），从而

的键能。

键	C—C	C=C	C≡C	N—N	N=N	N≡N
键 能	80	145	198	37	100	225
(千卡/摩尔)		$\Delta = 65$	$\Delta = 53$		$\Delta = 63$	$\Delta = 125$

Δ 表示每一级键键能之差，即打破一重键所需的能量。

从上表可见，破坏氮分子中第一个 π 键的键能是 125 千卡/摩尔，破坏 $\text{HC}\equiv\text{CH}$ 中的第一个 π 键的键能是 53 千卡/摩尔。因此，破坏氮分子的第一个 π 键要比破坏 C_2H_2 分子中的第一个 π 键所需能量多一倍以上，所以，在通常情况下，氮分子的第一个 π 键是较难打破的，以使氮表现的化学性质很不活泼。

3. 氨分子的结构

氮的电子排布是 $1s^2 2s^2 2p^3$ ，形成四个 sp^3 杂化轨道，其中一个轨道是具有有一对孤对电子。在氨分子里，氢与氮以三个 sp^3 杂化轨道键合，故分子呈三角锥形，氮原子位于顶上(图 1)，N—H 键长 $1.02 \text{ \AA}$ ，键角 107° 。由于氮的电负性较氢为高，因此，形成其共价键的共用电子对偏向氮原子，因而整个分子具有很大的极性，偶极长为 $0.31 \text{ \AA}$ 。

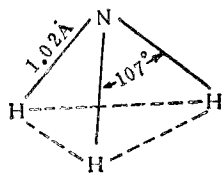


图 1 氨的分子结构

4. 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。氨的水溶液具有碱性反应，因为它含有氢氧根离子。溶液中出现氢氧根离子，是由于一部分氨分子与水的氢离子结合而生成带一

第五章 化学平衡 合成氨

一、目的要求

1. 了解化学反应速度的基本概念和质量作用定律；掌握浓度、温度和催化剂等外界条件对化学反应速度的影响；初步知道催化作用的中间产物理论和活性中心理论。

2. 了解化学平衡、平衡常数的基本概念和勒夏忒列原理；掌握浓度、温度和压力等外界因素对化学平衡影响的规律。

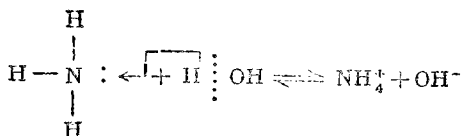
3. 要求运用化学反应速度与化学平衡的理论知识去分析氨合成反应的适宜条件的选择。

4. 掌握合成氨生产过程中的主要化学反应原理，并了解煤气发生炉的造气原理。

二、重点和难点

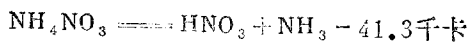
化学反应速度与化学平衡是本章的重点教材，它们都是中学化学基础理论的重要组成部分。

对化学反应速度的教学，着重是通过简单的计算，从量的变化使学生了解化学反应速度的基本概念和质量作用定律。由于本节是理论性较强的教材，要求教师认真做好每一个演示实验，并在可能的条件下让学生去做这些实验，以加深他们对这些理论的理解。通过本节的教学，使学生真正理解化学反应速度的大小是取决于反应物分子的本性以及反应条件的辩证关系；要运用“量转化为质”这一辩证唯物主义

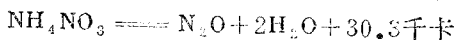


5. 硝酸铵的加热分解和爆炸

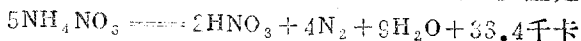
硝酸铵受热的分解反应比较复杂，在不同的温度，有不同的主要生成物。例如，在 110°C ，硝酸铵的分解反应表示如下：



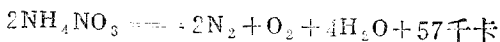
在 $185 \sim 200^\circ\text{C}$ ，分解而生成一氧化二氮和水。



当温度高于 400°C ，并有海绵状的铂存在时，反应是：



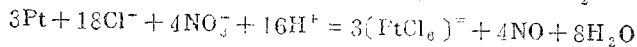
硝酸铵发生爆炸时，主要反应如下：



常用的一种叫“阿摩拿”的炸药就是硝酸铵（72%）、铝粉（25%）和炭粉（3%）的混和物。这种混和物要靠引爆剂（如三硝基甲苯等）来引起爆炸。

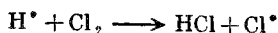
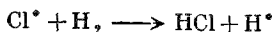
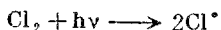
6. 王水与贵金属的反应

一体积浓硝酸与三体积浓盐酸所组成的混合溶液称为王水。金、铂等贵金属既不易溶于浓硝酸，也不溶于盐酸中，但却能溶于王水中。



这个反应的发生，是因为金（或铂）首先被浓硝酸所氧化，不过，只是极少的部分，但当有 Cl^- 存在时，和产物 Au^{3+} （或 Pt^{4+} ）化合，生成了络离子 $(\text{AuCl}_4)^-$ （或 $(\text{PtCl}_6)^-$ ），从而

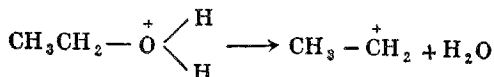
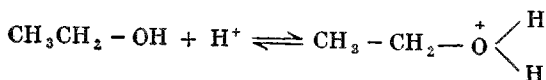
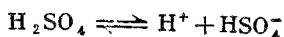
在光的照射下，有少量 Cl_2 吸收光能活化后引起链锁反应：



反应速度与氢和氯的浓度几乎没有关系。要正确运用质量作用定律，还必须通过实验了解反应的实际过程。因此，质量作用定律只能在一定范围内说明反应速度与反应物浓度之间的关系，在应用上是有一定的局限性。所以不能从化学方程式上机械地决定反应速度与浓度之间的关系。

3. 均相催化

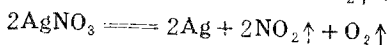
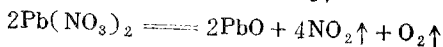
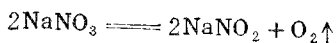
所谓均相催化，就是作为催化剂的物质，它以分子或离子状态高度分散于反应介质（溶剂）中，各个催化剂分子或离子之间都具有相同的催化能力。液态的均相酸碱催化反应是液态均相催化的重要组成部分。许多离子型的有机反应，如水解、脱水、酯化等，常用酸碱作催化剂。例如乙醇在硫酸的催化作用下，可以脱水生成乙烯、乙醚。硫酸的作用是在于它把质子供给乙醇，使一个很弱的不带电的 $-\text{OH}$ 基团，转变为一个吸电子能力强得多的带正电荷的 $-\text{OH}^+$ 基团，而这个带正电荷的基团，倾向于带着一对电子作为电荷中和的水分子而分离出去，从而生成乙基正碳离子（ CH_3CH_2^+ ）。乙基正碳离子在不同温度的条件下可以得到不同的产物。



否有亚硝酸根存在，可以用稀醋酸代替浓硫酸来做棕色环的实验。

9. 硝酸盐的受热分解

硝酸盐加热都能分解，但分解产物不同。最活泼的金属（电位序在Mg以上，主要为碱金属和碱土金属）的硝酸盐放出氧而转化成相应的亚硝酸盐。活泼性较小的金属（电位序在Mg~Cu之间）的硝酸盐则分解而生成氧化物。活泼性更低的金属（电位序在Cu以下）的硝酸盐，则分解成单质的金属。例如，



实际上，硝酸盐的分解都得经过亚硝酸盐和氧化物，然后再分解为金属。但由于各种金属的亚硝酸盐和氧化物的稳定性不同，分解温度不同，所以，有些可以分解为金属，有些分解为金属氧化物，有些只能分解为亚硝酸盐。在加热的条件下，对钠来说，它的亚硝酸盐是稳定的，而铅的亚硝酸盐已经不稳定了，但氧化物是稳定的；而银的亚硝酸盐不稳定，氧化物也不稳定，所以，就产生金属单质。

10. 磷的同素异形体

磷的同素异形体有三种：白磷、红磷（紫磷）和黑磷。

在蒸气状态或在溶液里测得白磷的分子式是 P_4 。磷分子的结构式经测定如图2所示。4个磷原子成四面体，P—P键长 $2.21\text{\AA}$ ，键角 60° 。磷蒸气热到 800°C 时，

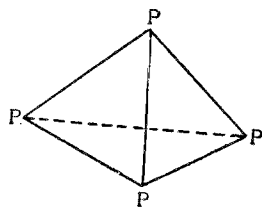


图2 磷分子的结构

P_4 开始转变成 P_2 ，它的结构跟氮气相同，是 $P \equiv P$ 。白磷的化学活动性很高，在空气中很容易氧化，超过 50°C 即着火。

在密闭器中，白磷加热到 260°C ，就逐渐转化为暗红色的粉末。在常温时，在光的作用下，也发生这种转化，这种暗红色变体的主要成分是紫磷。紫磷属单斜晶系，比重为 2.35。在紫磷内，每个原子有三个较近的原子，距离为 $2.29\text{\AA}$ ，一个较远的原子，距离 $3.48\text{\AA}$ 。紫磷不溶于水，也没有毒，热至 400°C 以上才着火。它的化学活动性比白磷小很多。

白磷或紫磷与三溴化磷煮沸，都产生红磷，红磷是紫磷的无定形体。

黑磷呈铁灰色，具有金属光泽，外形象石墨，有滑腻的感觉，能导电，着火点为 490°C ，比重 2.70，黑磷的化学活动性比红磷更差，通常难发生化学反应。它的晶体属层晶型；同一层内每个磷原子有三个邻近原子，距离 $2.18\text{\AA}$ ，键角为 102° ，与次层内最近的原子相距为 $3.63\text{\AA}$ 。因此，在黑磷内，层与层之间结合力比一层之内的结合力要弱些。

第五章 化学平衡 合成氨

一、目的要求

1. 了解化学反应速度的基本概念和质量作用定律；掌握浓度、温度和催化剂等外界条件对化学反应速度的影响；初步知道催化作用的中间产物理论和活性中心理论。

2. 了解化学平衡、平衡常数的基本概念和勒夏忒列原理；掌握浓度、温度和压力等外界因素对化学平衡影响的规律。

3. 要求运用化学反应速度与化学平衡的理论知识去分析氨合成反应的适宜条件的选择。

4. 掌握合成氨生产过程中的主要化学反应原理，并了解煤气发生炉的造气原理。

二、重点和难点

化学反应速度与化学平衡是本章的重点教材，它们都是中学化学基础理论的重要组成部分。

对化学反应速度的教学，着重是通过简单的计算，从量的变化使学生了解化学反应速度的基本概念和质量作用定律。由于本节是理论性较强的教材，要求教师认真做好每一个演示实验，并在可能的条件下让学生去做这些实验，以加深他们对这些理论的理解。通过本节的教学，使学生真正理解化学反应速度的大小是取决于反应物分子的本性以及反应条件的辩证关系；要运用“量转化为质”这一辩证唯物主义

的基本观点阐述外界因素对化学反应速度的影响。对于“活化分子”、“活化能”、“有效分子碰撞”、“中间产物理论”、“活性中心理论”、“物理吸附”与“化学吸附”等只作简单的介绍，不要求作过深的分析。

化学平衡这一概念比较抽象，较难理解，是本章教学的难点。在教学过程中，必须使学生明确：（1）处于平衡状态下的化学反应，并不是反应的停止，反应仍在继续进行，只不过是正反应速度与逆反应速度相等而已，即 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ ；（2）处于平衡状态下的化学反应，反应混和物的百分组成不再发生变化；（3）“化学平衡”是在一定条件下，正逆反应这一矛盾双方的一种暂时的、相对的统一状态，当条件变化时，旧的平衡被破坏，并在新的条件下建立新的平衡，这就是化学平衡移动。

平衡常数 K ，是化学反应速度的质量作用定律的表达式，教学时可根据课文图表中的数据进行计算，以加深学生的理解。

做好课文中的两个实验和通过有关的数据并利用质量作用定律进行简单的运算，可以帮助学生理解平衡移动原理和影响化学平衡的几个重要因素。

关于《氨合成反应的适宜条件分析》的教学，可以让学生运用化学反应速度与化学平衡的理论知识，并根据课文表 5-1 所提供的有关氨合成反应的大量数据，自己去分析氨合成反应的适宜条件的选择。

在掌握合成氨生产过程中的主要化学反应原理的基础上，充分运用挂图、合成氨工厂模型和组织学生观看《合成氨》电影等教学手段，使学生了解合成氨的生产过程，并在可能的条件下，组织学生参观氮肥厂。

本章教学建议用12课时，分配如下：

第一节	化学反应速度	4 课时
第二节	化学平衡	3 课时
第三节	氨合成反应的适宜条件分析	2 课时
第四节	合成氨工业	2 课时
学生实验六	影响化学反应速度的因素	1 课时
学生实验七	浓度对化学平衡移动的影响	

三、注释和参考资料

1. 反应速度

“化学反应速度通常用单位时间内反应物浓度的减小或生成物浓度的增大来表示。”课文中用氢与碘化合成碘化氢为例，指出这个反应在一分钟内消耗氢和碘为 $0.1 - 0.099 = 0.001$ 摩尔/升 (0.001 摩尔/升·分)，实际上是该反应在一分钟内的平均速度。因为随着时间的推移，反应物浓度的不断减小，反应速度也随着减小。所以，反应速度应指在某极短的瞬间才有意义。例如：



在一定时间内，A 浓度的减小和 B 浓度的增大，都代表该反应在该时间内的平均速度 v ，即

$$v = - \frac{[A_1] - [A_2]}{t_2 - t_1} = \frac{[B_2] - [B_1]}{t_2 - t_1}$$

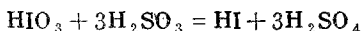
式中的 $[A_2]$ 、 $[B_2]$ 和 $[A_1]$ 、 $[B_1]$ ，代表 A 和 B 分别在 t_2 和 t_1 时的浓度。

反应速度应该是在某一瞬间——极短时间 dt 内，反应物浓度的减小或生成物浓度的增加：

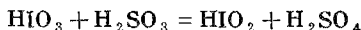
$$v = -\frac{d[A]}{dt} = \frac{d[B]}{dt}$$

2. 关于质量作用定律的应用

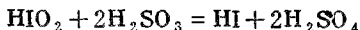
课文指出：“质量作用定律必须以实验为依据，不可以机械地从化学方程式来决定反应速度和浓度的关系。”例如碘酸与亚硫酸的反应：



根据质量作用定律，它的反应速度应该是 $v = k[\text{HIO}_3][\text{H}_2\text{SO}_3]^3$ ，但实际上它的反应速度 $v = k[\text{HIO}_3][\text{H}_2\text{SO}_3]$ 。就是说它的反应速度与亚硫酸的浓度一次方成正比，而不是和它的浓度三次方成正比。这是为什么？这是因为化学方程式仅指出原始的反应物是什么，最后所得的生成物是什么，并没有说明反应是怎样进行的。上述反应是分两步进行的。碘酸首先与亚硫酸反应生成亚碘酸：

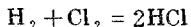


这一步反应较慢。亚碘酸生成后立即与亚硫酸反应生成碘化氢及硫酸：



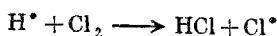
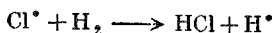
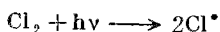
第二步反应较快。整个反应速度是取决于较慢的第一步反应。这样就和实验的结果相一致了，即它的反应速度与 H_2SO_3 浓度的一次方成正比。

就是对于那些比较简单的反应，也不能离开实验数据而随便应用质量作用定律。例如氢气与氯气的光化反应：



从表面上看这个反应似乎跟 $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ 反应一样。实际上，

在光的照射下，有少量 Cl_2 吸收光能活化后引起链锁反应：



反应速度与氢和氯的浓度几乎没有关系。要正确运用质量作用定律，还必须通过实验了解反应的实际过程。因此，质量作用定律只能在一定范围内说明反应速度与反应物浓度之间的关系，在应用上是有一定的局限性。所以不能从化学方程式上机械地决定反应速度与浓度之间的关系。

3. 均相催化

所谓均相催化，就是作为催化剂的物质，它以分子或离子状态高度分散于反应介质（溶剂）中，各个催化剂分子或离子之间都具有相同的催化能力。液态的均相酸碱催化反应是液态均相催化的重要组成部分。许多离子型的有机反应，如水解、脱水、酯化等，常用酸碱作催化剂。例如乙醇在硫酸的催化作用下，可以脱水生成乙烯、乙醚。硫酸的作用是在于它把质子供给乙醇，使一个很弱的不带电的 $-\text{OH}$ 基团，转变为一个吸电子能力强得多的带正电荷的 $-\text{OH}^+$ 基团，而这个带正电荷的基团，倾向于带着一对电子作为电荷中和的水分子而分离出去，从而生成乙基正碳离子（ CH_3CH_2^+ ）。乙基正碳离子在不同温度的条件下可以得到不同的产物。

