

全国百所重点示范学校特级教师联合攻关项目

北京师联教育科学研究所 编



高中化学

CHUANGXIN

创新

XUESHEJIDIANXU

教学设计

(第6本)



典库

新大纲
新理念
新思维
新模式
新课型
新方法

高中化学课创新教学设计案例汇编(六)

学苑出版社

目 录

《氨 铵盐》实验—探究式教学设计	(员)
《合成氨条件的选择》过程式教学设计	(远)
《硝酸》实验式教学设计	(员)
《硝酸》引导探究式教学设计	(员)
《硝 酸》实验探究式教学设计	(员)
《硝酸的性质》说课式教学设计	(员)
《硝酸》复习课教学设计	(猿)
《硝酸的性质》多媒体教学设计	(猿)
《硝酸的制法》引导—发现式教学设计	(猿)
《氮元素单质和化合物》启发式教学设计	(源)
《磷》多媒体电化教学设计	(源)
《磷 磷酸 磷酸盐》多媒体教学设计	(缘)
《硅及其重要的化合物》观察式教学设计	(远)
《硅酸盐工业简述》问题解决式教学设计	(苑)
《硅酸盐工业简述》自学式教学设计	(愿)
《镁和铝》实验演示式教学设计	(愿)
《镁和铝的性质》启发式教学设计	(怨)
《铝的化合物》知识小结教学设计	(员)

高中化学课创新教学设计案例汇编(六)

《氨 铵盐》

实验—探究式教学设计

【教学目标】

知识技能：掌握氨的化学性质和用途。

能力培养：通过氨的性质的实验教学，进一步培养和提高学生分析实验现象的能力。

科学思想：通过氨的化学性质的教学，渗透由表及里、由现象到本质的观点。

科学方法：通过对氨的性质探究，让学生在学习过程中体验科学模型、假说的研究方法。

【重点、难点】

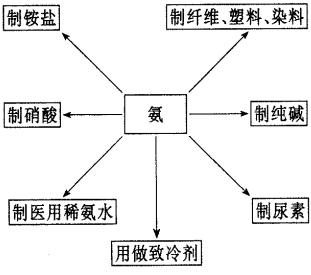
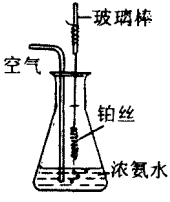
氨溶解性、还原性的实验分析，体验科学模型和科学假说的研究方法。

【教学过程设计】

教师活动	学生活动	设计意图
【引入】简单复习氮气的性质，引出氨和铵盐的新课题。	回忆旧知识，明确本节学习目标。	通过承上启下，稳定学生情绪。
【板书】第三节 氨 铵盐 一、氨 氨的分子结构 【提问】请用电子式表示氨分子的结构。	书写电子式： $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array} \text{N} \begin{array}{c} \vdots \\ \vdots \end{array}$	引导学生运用所学理论分析氨的分子结构。
〔展示 图〕氨分子结构的比例模型。 【提问】根据氨的分子结构，你能推断出氨分子是极性分子吗？ 【板书】具有一对孤对电子，呈三角锥形，极性分子。	观察分子模型，着重分析分子结构特点。 思考、回答问题。	通过引导观察模型帮助学生理解记忆。
【展示 图】一瓶氨气。 【提问】在通常状况下，氨有哪些物理性质？ 【板书】氨的物理性质 【设问】氨容易不容易液化呢？ 【录像 图】实验 氨易液化 观察要点：见学生课堂实验记录 【提问】描述观察到的现象？并分析推断出什么结论？ 【板书】易液化	观察并归纳氨气颜色、状态、气味，再依据氨的分子量定性的推断其在标准状态下的密度比空气小。 观察实验现象，填写课堂实验记录，分析得出氨易液化的结论。	通过观察氨气，学生独立归纳氨的物理性质。 渗透物质性质与用途的关系。

教师活动	学生活动	设计意图
【讲述】氨易液化，液化的同时放出大量的热。液态氨汽化时要吸收大量的热，因此常用作致冷剂，举例说明液氨的用途。如：首都体育馆的制冷设备。 【提问】根据氨分子和水分子的结构特点，分析氨易不易溶解于水呢？ 【过渡提问】根据分子的结构特点，推断出氨易溶于水，事实是这样吗？我们设计一个什么实验可以验证氨易溶于水呢？ 【演示】实验 原图氨的溶解性喷泉实验观察要点：见课堂实验记录。	根据氨分子与水分子的结构特点，分析得出氨的溶解性大的假说，并根据已有氯化氢易溶于水的经验，设计用喷泉实验验证。 观察实验现象，填写课堂实验记录，并分析反应的原理，由现象分析得结论。	引导学生提出氨易溶于水的假说，并利用喷泉实验来证实假说。通过对氨的溶解性的探究，让学生体验科学研究的方法。 通过实验教学，进一步提高学生观察和分析实验的能力。
【提问】描述观察到的现象？并分析推断出什么结论？ 【板书】极易溶于水（易溶于水） 【过渡设问】在喷泉实验中，烧瓶内溶液变红，说明氨溶于水后呈碱性。大家分析一下究竟发生了什么化学变化呢？ 【板书】氨氨的化学性质 （氨）氨与水反应 【讲解】氨溶于水使酚酞溶液变红，说明产生了一种新物质即一水合氨，它能够部分电离出铵根离子和氢氧根离子。 【板书】氨氨₃ + H₂O ⇌ NH₃·H₂O ⇌ NH₄⁺ + OH⁻ 氨氨₃ + H₂O ⇌ NH₃·H₂O 【讲解】利用氨水的性质，举例说明氨水的用途。如：实验室制备氨。	思考氨水具有弱碱性的本质原因是与水发生了化学变化，生成具有碱性的物质。 领悟、记忆。	通过抓溶液变红这一新问题，引出氨与水反应性质。 渗透由表及里、由现象到本质的观点。
【过渡设问】氨水具有碱性，能与哪类物质反应呢？ 【演示】实验 原图氨与氯化氢反应 观察要点：见课堂实验记录 【提问】描述观察到的现象？并分析推断出什么结论？	依据氨水的碱性，推断氨可与酸类物质反应。 观察实验现象，填写课堂实验记录，并分析反应可能的产物。	通过设问引出氨与酸反应的性质。

教师活动	学生活动	设计意图
【过渡设问】实验证明氨与酸能发生反应，反应的实质是什么呢？我们看一段录像就会明白。 【录像 圆】计算机动画模拟氨分子与氢离子通过配位键结合，形成相对稳定的铵根离子的过程。即： $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$ 三角锥形 正四面体 【板书】(圆) 氨与酸反应 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$ 【讲解】氨同样能跟其它酸化合成铵盐。请写出氨与硝酸、硫酸反应的化学方程式。 【板书】$\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$ $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 【讲解】举例说明铵盐的用途。医疗上制医用稀氨水，治疗蚊虫叮咬。	观察模拟氨分子转化为铵离子的过程，了解该反应的实质。 练习书写化学方程式，并在黑板上板演。	变抽象思维为形象思维，加深对知识的理解掌握，渗透结构与性质的关系。 通过练习书写化学方程式来使学生巩固对氨和酸反应的认识。
【提问】前面研究氨的性质，涉及的反应都是非氧化还原反应，氨中的氮元素的化合价没有改变，那原氮价的氮元素是否可以改变？在什么情况下可以改变呢？变化时氨表现出氧化性还是还原性呢？ 【过渡】以氨与氧气反应为例。 【讲解】在不同价态的氮的化合物中，除了氨以外，还有另一种重要的化工原料，那就是硝酸。怎样才能由氨经过氧化制硝酸呢？ 【演示】实验 原氮的催化氧化 观察要点：见课堂实验记录 【提问】观察到什么现象？说明什么问题？ 【讲解】氨在催化剂条件下与氧气的反应叫氨的催化氧化。它是工业制硝酸的基础。 【板书】(猿) 氨与氧气反应	思考实现 原氮价氮元素化合价升高，就需要提供氧化剂。进一步思考常见氧化剂有哪些，举例如：氧气、氯气等。 观察实验现象，填写实验记录，分析现象得出结论。	抓氨中原氮价氮元素可变的假设，引出氨与氧气反应的性质。 通过氨在纯氧中燃烧得到氮气和水的反应介绍，渗透研究化学反应的目的是创造实用价值。 通过实验教学，进一步提高学生分析问题的能力。

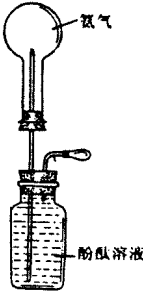
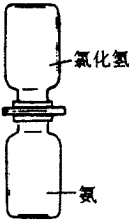
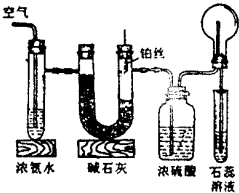
教师活动	学生活动	设计意图
源₁ 压₁ 源₂ 压₂ 源₃ 压₃ 源₄ 压₄ 源₅ 压₅ 源₆ 压₆ 源₇ 压₇ 源₈ 压₈ 源₉ 压₉ 源₁₀ 压₁₀ 源₁₁ 压₁₁ 源₁₂ 压₁₂ 源₁₃ 压₁₃ 源₁₄ 压₁₄ 源₁₅ 压₁₅ 源₁₆ 压₁₆ 源₁₇ 压₁₇ 源₁₈ 压₁₈ 源₁₉ 压₁₉ 源₂₀ 压₂₀ 源₂₁ 压₂₁ 源₂₂ 压₂₂ 源₂₃ 压₂₃ 源₂₄ 压₂₄ 源₂₅ 压₂₅ 源₂₆ 压₂₆ 源₂₇ 压₂₇ 源₂₈ 压₂₈ 源₂₉ 压₂₉ 源₃₀ 压₃₀ 源₃₁ 压₃₁ 源₃₂ 压₃₂ 源₃₃ 压₃₃ 源₃₄ 压₃₄ 源₃₅ 压₃₅ 源₃₆ 压₃₆ 源₃₇ 压₃₇ 源₃₈ 压₃₈ 源₃₉ 压₃₉ 源₄₀ 压₄₀ 源₄₁ 压₄₁ 源₄₂ 压₄₂ 源₄₃ 压₄₃ 源₄₄ 压₄₄ 源₄₅ 压₄₅ 源₄₆ 压₄₆ 源₄₇ 压₄₇ 源₄₈ 压₄₈ 源₄₉ 压₄₉ 源₅₀ 压₅₀ 源₅₁ 压₅₁ 源₅₂ 压₅₂ 源₅₃ 压₅₃ 源₅₄ 压₅₄ 源₅₅ 压₅₅ 源₅₆ 压₅₆ 源₅₇ 压₅₇ 源₅₈ 压₅₈ 源₅₉ 压₅₉ 源₆₀ 压₆₀ 源₆₁ 压₆₁ 源₆₂ 压₆₂ 源₆₃ 压₆₃ 源₆₄ 压₆₄ 源₆₅ 压₆₅ 源₆₆ 压₆₆ 源₆₇ 压₆₇ 源₆₈ 压₆₈ 源₆₉ 压₆₉ 源₇₀ 压₇₀ 源₇₁ 压₇₁ 源₇₂ 压₇₂ 源₇₃ 压₇₃ 源₇₄ 压₇₄ 源₇₅ 压₇₅ 源₇₆ 压₇₆ 源₇₇ 压₇₇ 源₇₈ 压₇₈ 源₇₉ 压₇₉ 源₈₀ 压₈₀ 源₈₁ 压₈₁ 源₈₂ 压₈₂ 源₈₃ 压₈₃ 源₈₄ 压₈₄ 源₈₅ 压₈₅ 源₈₆ 压₈₆ 源₈₇ 压₈₇ 源₈₈ 压₈₈ 源₈₉ 压₈₉ 源₉₀ 压₉₀ 源₉₁ 压₉₁ 源₉₂ 压₉₂ 源₉₃ 压₉₃ 源₉₄ 压₉₄ 源₉₅ 压₉₅ 源₉₆ 压₉₆ 源₉₇ 压₉₇ 源₉₈ 压₉₈ 源₉₉ 压₉₉ 源₁₀₀ 压₁₀₀ 【分析】从氧化还原的角度分析氨的催化氧化。	标出氨的催化氧化反应的电子转移的方向及总数。	
【小结】氨的分子结构和性质。 【提问】根据氨的性质，我们可以归纳出氨的哪些用途呢？ 【板书】源₁ 氨的用途 【投影 员₁】展示氨的用途框图 	根据学过的氮的性质，推断氨的用途。 归纳小结，互相补充完善。	通过小结，进一步渗透结构与性质和用途三者的关系。渗透学以致用思想。
【投影 圆₁】课堂练习 员₁ 实验装置如图所示：试描述实验进行时可能的现象，写出发生反应的化学方程式。  圆₁ 思考：在实验室如何能够得到氨气。 【作业】 员₁ 阅读课本第 员₁ 员₁ 页； 圆₁ 预习课本第 员₁ 员₁ 页。	分组讨论，各组由代表发言并展开争论，使问题得以解决。	通过反馈练习，检查学生对本节重点知识的落实情况。 通过思考，为下节课学习实验室制氨气的知识做准备。
【随堂检测】员₁ 浓 匀₁ 匀₁ 常用作气体干燥剂，是否可以用来干燥氨气？为什么？ 圆₁ 氨水与液氨有什么不同？		

附：随堂检测答案

铜不可以，因为二者易发生反应。

圆液氨是纯净物，只有氨分子。氨水是混合物，其中 NH_3 、 H_2O 、 NH_4^+ 、 OH^- 。

课堂实验记录 班级 姓名

实验内容	记录实验现象	结论或化学方程式
实验 员 	在试管外壁可见_____。	结论： 氨_____液化。
实验 圆 	烧杯里的水由玻璃管_____； 形成_____； 烧瓶中溶液呈_____色。	结论：① 氨_____溶于水； ② 氨溶于水后溶液呈_____性。 化学方程式：
实验 猿 	集气瓶中见大量的_____； 在黑色隔板上可见_____。	结论： 有_____生成。 化 学 方 程 式： _____
实验 源 	见铂丝_____； 倒置的烧瓶中有_____色的气体产生； 紫色石蕊溶液变成_____色。	结论： ① 此反应_____热； ② 烧瓶中有_____生成； ③ 试管中有_____生成。化学方程式： _____ _____ _____

《合成氨条件的选择》

过程式教学设计

【素质教育目标】

（一）知识教学点

使学生理解如何应用化学反应速率和化学平衡原理，选择合成氨的适宜条件。

使学生了解应用化学原理选择化工生产条件的思路和方法。

（二）能力训练点

分析思维能力

使学生了解应用化学原理选择化工生产条件的思路和方法，是本节的重点内容之一。教学时应以化学反应速率和化学平衡原理为主线，以合成氨知识为中心，结合工业上生产的实际情况，将知识串联、拓展、延伸，培养学生的归纳思维能力。

理论联系实际能力

合成氨工业对化学工业、国防工业和我国实现农业现代化具有重要意义。本节教材体现了化学反应速率和平衡移动原理等理论对工业生产实践的指导作用，同时在运用理论的过程中，也可进一步加深学生对所学理论的理解和提高知识的实际应用能力。

（三）德育渗透点

激发学生爱科学的热情

课本上的知识在实际化工生产中如何应用，这实际上是很多同学想知道的。合成氨条件的选择，实际上是中学阶段理论联系实际的一次尝试。在教学过程中，教师可向学生介绍有关边缘知识，有条件的地方可去合成氨厂实地参观一下，使学生了解合成氨的全过程，既可培养学生的实际工作能力，又可激发学生爱科学、探索科学的热情。

人生观、世界观和爱国主义教育

要实现现代化，关键是农业现代化。所以课本上的第一句话便是：合成氨工业对化学工业和国防工业具有重要的意义，对我国实现农业现代化起着很重要的作用。我国人口众多，人均耕地少，因此，实现农业现代化是一个亟待解决的问题。以此对学生进行爱国主义教育和国情教育。同时，要巧借教材内容，教导学生学好知识、培养能力、提高素质，为国家建设做出应有的贡献，从而对学生进行人生观、世界观教育。

【教学重点、难点、疑点及解决办法】

重点

使学生理解应用化学反应速率和化学平衡原理选择合成氨的适宜条件。

难点

使学生理解如何应用化学反应速率和化学平衡原理选择合成氨的适宜条件。

疑点

从化学平衡移动原理来分析,应采用较低的温度和较高的压强来利用氨的合成,但为什么在合成氨工业上还要选择在 缘园益、圆园益葬、缘园益葬 这是一部分学生搞不清的问题。教师在讲解此部分知识时,应讲清讲透。

源援解决办法

本节内容总体较为简单,可通过学生自学,教师对重点、难点内容集中讲解的办法进行。至于合成氨厂的一些生产实际情况,建议教师向学生适当介绍一些课外知识,有条件的地方可组织学生去氨厂参观学习,既增加了学生的课外知识,又加深了学生对课本知识的理解和掌握。

【课时安排】

员课时。

【教具准备】

合成塔的教学挂图或模型。

【学生活动设计】

本节内容与日常化工生产实际联系密切,在学习过程中,除了教师在课堂上重点讲解外,教师可给学生提供一定的阅读材料,以安排学生自学为主。同时,有条件的地方可组织学生去氨厂实地参观学习,以培养学生的学习兴趣和实际工作能力。

【教学步骤】

(一)明确目标

同素质教育目标。

(二)重点、难点的学习与目标完成过程

学生按照自学提纲先自学约 缘分钟,后教师集中讲解 缘分钟,巩固训练 缘分钟。

合成氨条件的选择(自学提纲)

员援影响化学反应速率的因素有哪些?是如何影响的?

圆援影响化学平衡的条件有哪些?是如何影响的?

猿援应用化学平衡原理,分析反应:

$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ (正反应放热)

要制得更多的 NH_3 ,可以采用哪些措施?

就以上 猿个问题,教师可组织学生认真的讨论。然后,教师集中讲解。

合成氨条件的选择

$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

员体积 猿体积 圆体积(正反应放热)

参看课本 猿猿的表 圆原缘

员援压强。增大压强,有利于 NH_3 的合成,但在实际生产中,压强不可能无限制的增大,因为压强越大,需要的动力越大,对材料的强度和设备的制造要求也越高,势必增大生产成本,降低综合经济效益。因此,受动力、材料、设备等条件的限制,目前我国合成氨厂一般采用的压强是 圆园益葬、缘园益葬

圆援温度。合成氨为放热反应,低温有利于氨的生成。但是温度越低,反应

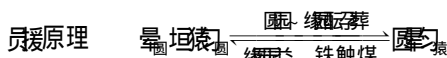
速率就慢，到达平衡所需要的时间越长，因而单位时间内产量低，这在工业生产中是很不经济的。综合考虑各种因素，在实际生产上，采用 500°C 的温度，此时催化剂的活性最大。

催化剂。由于 N_2 分子非常稳定， N_2 与 H_2 的化合十分困难，即使采用了加热与高压的条件，合成氨的反应还是十分缓慢。为了加快化合反应速率，降低反应所需要的能量，合成氨工业普遍使用铁触媒作催化剂。

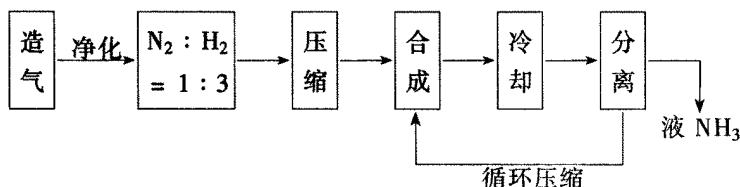
在实际生产中，不断补充 N_2 、 H_2 （增大反应物浓度），采取迅速冷却的方法（减小生成物浓度），使气态氨变成液氨后及时从平衡混合物中分离出去，以促使化学平衡不断地向着生成 NH_3 的方向移动。

合成氨工业

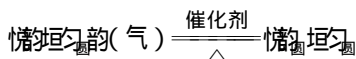
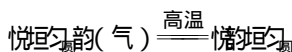
（一）合成氨工业



生产过程简介（出示挂图或模型）



（1）原料气的制备： N_2 来自空气， H_2 来自水中



再通过 H_2O 除 CO ：



得原料气 N_2 、 H_2

（2） NH_3 的合成：见课本第 100 页图 10-1

（二）化学模拟生物固氮

氨的固定：将游离态的氮转化为化合态氮的过程叫氮的固定。

人工合成氨：化学固氮法。其条件要求高、成本高、转化率低、效率低。

根瘤菌，生物固氮。常温常压下进行。成本低、转化率高、效率高。

模拟生物的功能，把生物的功能原理用于化学工业生产，借以改善现有的并创造崭新的化学工艺过程。

〔巩固训练〕

例 1 合成氨时，既要使合成氨的产率增大，又使反应速率增快，可采取的办法是（ ）

① 不断充入 N_2 、 H_2

② 升高温度

③ 增大压强

④ 分离出 NH_3

例 2 合成氨所需的 H_2 可由煤和水蒸汽反应而制得，其中一步的反应为：

$$\text{C}(\text{固}) + \text{H}_2\text{O}(\text{气}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{气}) + \text{H}_2(\text{气}) \quad (\text{正反应放热})$$
 下列措施中，能提高 H_2 转化率的是（ ）

要增大压强

要降低温度

要增大水蒸汽浓度

要增大 的浓度

例 工厂采用下列反应生产甲醇 (正反应放热), 为了增加产量, 提高效率, 宜采用的反应条件是 ()

要高温、高压、催化剂

要低温、低压、催化剂

要适当的温度、高压、催化剂

要低温、高压、催化剂

(三) 总结、扩展、答疑

在总结本节内容的基础上, 教师可扩展一些知识给学生。可先从介绍 世纪末到 世纪初这一百多年里合成氨工业的发展简况入手, 以压强条件选择的变化为例, 说明合成氨条件的选择是与科技进步、动力、材料、设备等条件的改善紧密相联的, 并将随之而作出相应的改变。在讨论合成氨的发展前景时, 要求学生拓宽思路, 培养学生的创新精神和训练科学方法。

(四) 布置作业

要完成课本第 页的练习题。

要到一个化工厂搞一次课外调查, 写好调查报告。

【板书设计】

第四节 合成氨条件的选择

一、合成氨条件的选择

要 (正反应放热)

(体积) (体积) (体积)

要压强: 目前采用 。

要温度: , 此时催化剂的活性最大。

要催化剂: 铁触媒。

二、合成氨工业的发展前景

(一) 合成氨工业

要原理: 要 (铁触媒)

要生产过程简介 (挂图)

(1) 原料气的制备

$\left\{ \begin{array}{l} \text{要} \text{——来自空气} \quad \text{此外还有煤和焦炭。} \\ \text{要} \text{——来自水中} \end{array} \right.$

要 (气) $\xrightarrow{\text{高温}}$ 要

要 (气) $\xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温}}$ 要

(2) 要的合成

(二) 化学模拟生物固氮

氮的固定: 把游离态的氮转化为化合态氮的过程

要人工固氮: (化学固氮) 条件高、成本高、转化率低、效率低。

要根瘤菌: (生物固氮) 常温常压、成本低、转化率高、效率高。

例 要例 要例 要

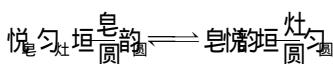
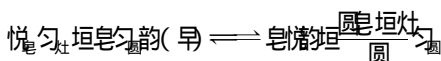
参考资料

合成氨原料气的制取

要生产合成氨，首先要制造含有氮、氢的混合气的原料气。用于制造原料气的原料可分为固体原料、液体原料和气体原料三种。

固体原料主要有煤和焦炭。将煤、焦炭放入半水煤气发生炉里，交替通入空气和水蒸汽，就可以得到半水煤气。半水煤气的有效成分是 CO 和 H_2 ，还含有 CO_2 、 H_2O 和 CH_4 等杂质。半水煤气经净化后，可做合成氨的原料气。

液体原料主要有原油、轻油、重油等。它们可用分子式 C_nH_m 表示。用水蒸汽和氧气的混合气体来气化重油，可得 CO 和 H_2



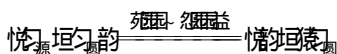
利用重油气化法制取合成氨原料气，是近代合成氨工业中的一个重要发展。

常用的气体原料有天然气、油田气、炼厂气和焦炉气等四种。在这些气体原料中，天然气用量最大。我国四川省有以天然气为原料的大型合成氨厂。用天然气制合成氨原料气的方法很多，概括起来可分为四大类：热解法、水蒸气转化法、部分氧化法和综合法。

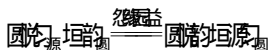
热解法是在没有触媒的情况下，用高温使天然气中的甲烷受热分解而制得氢气的方



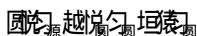
水蒸气转化法是在 $700^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$ 的温度下，使水蒸汽和甲烷通过镍触媒而起反应：



部分氧化法是在 1000°C 左右和镍触媒的作用下，使甲烷进行不完全氧化：

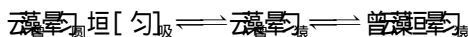
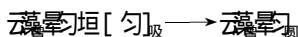
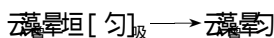
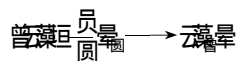


综合法是在制取乙炔的同时，副产合成氨原料气。将天然气和氧气同时通入转化炉中，高温下使部分甲烷燃烧，放出的热使剩余的天然气受热分解而生成乙炔和氢气，分离后可得到氢气。



合成氨的催化机理

热力学计算表明，低温、高压对合成氨反应是有利的，但无催化剂时，反应的活化能很高，反应几乎不发生。当采用铁催化剂时，由于改变了反应历程，降低了反应的活化能，使反应以显著的速率进行。目前认为，合成氨反应的一种可能机理，首先是氮分子在铁催化剂表面上进行化学吸附，使氮原子间的化学键减弱。接着是化学吸附的氢原子不断地跟表面上的氮分子作用，在催化剂表面逐步生成 Fe-NH 、 Fe-NH_2 、 Fe-NH_3 ，最后氨分子在表面上脱吸而生成气态的氨。上述反应途径可简单表示为：



在无催化剂时,氨的合成反应的活化能很高,大约为 335 kJ/mol 。加入铁催化剂后,反应以生成氨物和氨氢化物两个阶段进行。第一阶段的反应活化能为 167 kJ/mol ,第二阶段反应的活化能为 167 kJ/mol 。由于反应途径的改变(生成不稳定的中间化合物)降低了反应的活化能,因而反应速率加快了。

催化剂的中毒

催化剂的催化能力一般称为催化活性。有人认为:由于催化剂在反应前后的化学性质和质量不变,一旦制成一批催化剂之后,便可永远使用下去。实际上许多催化剂在使用过程中,其活性从小到大,逐渐达到正常水平,这就是催化剂的成熟期。接着,催化剂活性在一段时间里保持稳定,然后再下降,一直到衰老而不能再使用。活性保持稳定的时间即为催化剂的寿命,其长短因催化剂的制备方法和使用条件而异。

催化剂在稳定活性期间,往往因接触少量的杂质而使活性明显下降甚至被破坏,这种现象称为催化剂的中毒。一般认为是由于催化剂表面的活性中心被杂质占据而引起中毒。中毒分为暂时性中毒和永久性中毒两种。例如,对于合成氨中的铁催化剂,砷、磷、铜、水蒸气等都能使催化剂中毒。但利用纯净的氢、氮混合气体通过中毒的催化剂时,催化剂的活性又能恢复,因此这种中毒是暂时性中毒。相反,含杂质的化合物则可使铁催化剂永久性中毒。催化剂中毒后,往往完全失去活性,这时即使再用纯净的氢、氮混合气体处理,活性也很难恢复。催化剂中毒会严重影响生产的正常进行。工业上为了防止催化剂中毒,要把反应物原料加以净化,以除去毒物,这样就要增加设备,提高成本。因此,研制具有较强抗毒能力的新型催化剂,是一个重要的课题。

我国合成氨工业的发展情况

解放前我国只有两家规模不大的合成氨厂,解放后合成氨工业有了迅速发展。1955年,全国氮肥产量仅10万吨,而1959年达到150万吨,成为世界上产量最高的国家之一。

近几年,我国引进了一批年产10万吨氮肥的大型化肥生产设备。我国自行设计和建造的上海吴泾化工厂也是年产10万吨氮肥的大型化肥厂。这些化肥厂以天然气、石油、炼油气等为原料,生产中能量损耗低、产量高,技术和设备都很先进。

《硝酸》

实验式教学设计

【素质教育目标】

(一) 知识教学点

掌握硝酸的重要性质——不稳定性和强氧化性。

了解实验室中制硝酸的反应原理和工业上氨催化氧化法制硝酸的反应原理。

掌握有关硝酸的计算。

(二) 能力训练点

应用所学理论知识，如复分解反应的规律和条件、氧化还原反应理论解决实际问题的能力。

通过联系和对比，使学生能够将知识系统化，达到触类旁通的目的。

通过观察演示实验和动手操作实验，提高观察能力，动手能力以及分析问题、解决问题的能力。

(三) 德育渗透点

通过对比的方法，同中求异，异中求同，对学生进行辩证唯物主义的教育。

介绍玻尔巧藏诺贝尔金质奖章的故事，对学生进行爱国主义教育。

【教学重点、难点、疑点及解决办法】

教学重点

(1) 硝酸的特性——不稳定性和强氧化性。

(2) 氨催化氧化法制硝酸的反应原理。

教学难点

(1) 硝酸的强氧化性。

(2) 有关硝酸的计算技巧。

教学疑点及解决办法

学生很容易地认为稀 HNO_3 的氧化性比浓 HNO_3 的强，要解决这一问题，首先要让学生明确：比较氧化剂氧化性的强弱，不是看氧化剂得电子的多少，而是看它与还原剂反应的难易程度以及使还原剂失去电子的多少。再通过实验浓 HNO_3 与 Fe 的反应比稀 HNO_3 与 Fe 要剧烈，然后再加以平行举例使学生真正理解浓 HNO_3 的氧化性要强于稀 HNO_3 。

【课时安排】

1课时

【教具准备】

实验仪器和药品：试管、胶头滴管、无色透明气球、 Fe 片、浓（稀） HNO_3

等。

【学生活动设计】

了解硝酸的物理性质，安排学生阅读课本自学，然后由教师引导总结归纳，以提高学生的自学能力。

通过练习，学生互相讨论，互相交流，一题多解，加深对所学知识的理解。

【教学步骤】

(一) 明确目标

知识目标

(1) 掌握 NO 的重要特性——不稳定性和强氧化性。

(2) 了解 NO 的实验室制法和工业制法的反应原理。

能力目标

(1) 提高对所学知识的应用能力和迁移能力。

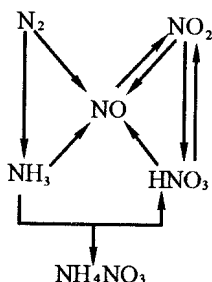
(2) 通过对比一题多解提高评判优劣的能力。

德育目标

能用联系对比的方法辩证地分析问题。

(二) 整体感知

本节教材不仅是本章重点，也是整个高二教材的重点之一。在学习时抓住硝酸的强氧化性和不稳定性，熟悉硝酸与金属反应的规律，并与以前学过的浓硫酸进行联系和对比，通过氨催化氧化法制 NO 的反应原理介绍，梳理氮元素及其化合物的转化关系：



(三) 重点、难点的学习目标完成过程

硝酸是我们中学常见的三大强酸之一，我们断定它有酸的通性，硝酸是否还有一些特性呢？通过今天的学习，我们会对硝酸有一个更全面的认识。

展示一瓶硝酸样品

学生阅读课本第 5 页，小结硝酸的物理性质，并列表比较三大强酸、盐酸、硫酸、硝酸。

(一) 硝酸的物理性质

[投影]

	色、态	刺激性	挥发性	常用浓酸的浓度
盐酸	无色溶液	刺激性	挥发	12%
硫酸	无色液体	无	难挥发	98%
硝酸	无色液体	无	挥发	68%

教师引导，学生可齐声回答硝酸的化学性质之一——酸的通性。

[板书] (二) 硝酸的化学性质

酸的通性

设疑：刚才我们都看到了硝酸保存在棕色瓶中，我们学过的保存在棕色瓶中的试剂有哪些？它们具有什么共同特点？由硝酸用棕色瓶保存，我们可推测硝酸具有什么性质？

学生回答：氯水、 FeCl_3 、 Br_2 、 I_2 等均用棕色瓶保存，它们的共同特点是见光易分解。因此我们可推测硝酸具有不稳定性，见光易分解。

展示一瓶用无色试剂瓶盛装的硝酸呈黄色，推测硝酸的分解产物可能是什么呢？

学生分析讨论，并书写硝酸分解的化学方程式。

硝酸的特性

见光不稳定性
$$4\text{HNO}_3 \xrightarrow[\text{或光照}]{\Delta} 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$$

硝酸见光或受热均会分解，硝酸越浓，越容易分解。无色试剂瓶中的浓硝酸应用棕色瓶，并置于冷暗处。

导言：根据酸的通性，酸可以和氢前金属反应放出 H_2 ，下面我们来看一下硝酸和金属反应情况。

演示 [实验 3-10]，学生通过观察现象，总结结论，写出有关反应方程式。

浓 HNO_3 和 Fe 反应剧烈，生成红棕色气体，溶液变蓝色。

稀 HNO_3 和 Fe 反应缓慢，生成无色气体在瓶口变红棕色，溶液变蓝色。

强氧化性

(1) 与金属反应

$$3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3 (\text{浓}) \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{HNO}_2 \uparrow + 4\text{HNO}_2 \uparrow$$

$$3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3 (\text{稀}) \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{HNO}_2 \uparrow + 4\text{HNO}_2 \uparrow$$

引导分析：

粤：在该反应中， HNO_3 将氢后的不活泼金属 Fe 氧化，但并没有生成 H_2 ，而是 HNO_3 中 N 的化合价得电子被还原成 NO_2 、 NO ，因此 HNO_3 表现了强氧化性（类似于浓 H_2SO_4 ）。

月：反应中， HNO_3 的部分被还原为 NO_2 或 NO ，另一部分未被还原，以 NO_3^- 存在于硝酸盐中，所以， HNO_3 既表现了氧化性，又表现了酸性。

学生讨论总结金属与 HNO_3 反应的规律：

① 不论稀 HNO_3 还是浓 HNO_3 都有强氧化性，能氧化 Mg 、 Al 以外的所有金属。

② HNO_3 与金属反应均不生成 H_2 ，对于氢后金属，浓 HNO_3 的还原产物是 NO_2 ，稀 HNO_3 的还原产物是 NO 。

③ 金属与 HNO_3 反应除生成 NO_2 、 NO 外，还可能生成 N_2O 、 N_2 、 NH_4NO_3 等。

④ 可用通式表示为：
$$\text{金属} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{金属硝酸盐} + \text{还原产物} + \text{H}_2\text{O}$$
，即参加反应的 HNO_3 分为两部分：一部分被还原，另一部分未被还原，存在硝酸盐中。

悦：氧化性、还原性的强弱跟得失电子的数目无关，而跟得失电子的难易程度有关。

铜与浓 HNO_3 在通常情况下即十分剧烈地反应,而铜与稀 HNO_3 的反应较为缓慢,甚至需要加热。可见,浓 HNO_3 的氧化性要比稀 HNO_3 强。

指出:①常温时,浓 HNO_3 使 Al 钝化,所以常温时可用 Al 或 Fe 制容器盛放浓 HNO_3 (引导学生联系浓 HNO_3 的常温可使 Al 钝化)。

②王水:浓 HNO_3 与浓 HCl 体积比为 1:3 能溶解 Au 、 Pt (讲述《玻尔巧藏诺贝尔金质奖章》的故事)

(圆) 与非金属反应

悦 HNO_3 (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ 悦 NO_2 $\uparrow$ 垣 H_2O $\uparrow$ 垣 O_2 $\uparrow$

让学生了解非金属通常被 HNO_3 氧化成最高价含氧酸的规律,练习 杂 S 与浓 HNO_3 反应的方程式

杂 S HNO_3 (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ 匀 H_2SO_4 $\uparrow$ 垣 HNO_3 $\uparrow$ 垣 O_2 $\uparrow$

孕 HNO_3 (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ 匀 H_2SO_4 $\uparrow$ 垣 HNO_3 $\uparrow$ 垣 O_2 $\uparrow$

设疑:(员)回忆实验室制备 匀 H_2SO_4 能否用 HNO_3 和 Al 反应?

(圆)鉴别 杂 S 、杂 P 、月 H_2SO_4 溶液能否用 HNO_3 酸化?

学生思考,回答问题并小结: HNO_3 有氧化性,能氧化一些还原性较强的化合物。

(猿)氧化某些还原性离子:陨、杂、杂、云等。

例援援援铜与适量浓 HNO_3 的反应,铜全部作用后共收集到 圆援源气体,则反应消耗 HNO_3 的物质的量为 ()

粤援员 月援员 悦援圆 阅援源

答案:悦

解析:若 猿援源 全部与浓 HNO_3 反应生成 晕 O_2 气体 圆援源,出现了矛盾,说明浓 HNO_3 在反应过程中变稀了,生成气体为 晕 O_2 、晕 O 的混合气。

(方法一)设与浓 HNO_3 反应的 悦为 曾 与稀 HNO_3 反应的 悦为 (园) 原曾

悦 HNO_3 (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ 悦(晕 O_2) 垣 H_2O $\uparrow$ 垣 O_2 $\uparrow$

员 源 圆

曾 源 圆

猿 HNO_3 (稀) $\xrightarrow{\Delta}$ 猿(晕 O_2) 垣 H_2O $\uparrow$ 垣 O_2 $\uparrow$

猿 愿 圆

园 HNO_3 愿 (园) 原曾 圆 (园) 原曾

猿 猿 猿

圆 HNO_3 圆 (园) 原曾 越员 曾 圆

消耗 HNO_3 愿 (园) 原曾 越员 猿

(方法二)极端假设法

若 悦全部与浓 HNO_3 反应

悦 HNO_3 (浓)

员 源