

编者 主编
施永新 洪东府
陈志刚
汤逸芳

化 学 同 步

分 层 导 学

(高中二年级用)

内 容 提 要

本书以上海中小学课程教材改革委员会制订的《高中化学学科课程标准》为依据,以上海现行高二化学教材为蓝本编写而成。它与教学进度保持同步,既有与课堂教学内容相关的练习,又有学生课后复习巩固的练习;既有对所学内容的导学,又有对学生所掌握知识的测试。

本书根据课本内容按章、单元编写。每一单元分设同步精练、导学、分层练习。导学设置了学习基础、知识要点、知识网络、疑难解析、方法指导、问题辨析等栏目。各章编排了本章测试,阶段和期末还配有阶段测试和期末测试。书末附有提示与参考答案。

责任编辑 张满鸿

出版说明

这套同步分层导学丛书是以上海市现行教材为依据的学生同步辅导读物，内容紧密配合教材。各分册按年级编写，旨在同步地对课堂内容进行辅导，为学生提供训练机会，并成为课堂教学的有益的参考辅导读物。

根据数理化各学科的特点，将每章内容划分为若干单元，每一单元内设置不同的栏目，有同步精练、导学、分层练习等。

同步精练 配合每课时教学，补充一定的课后练习，并体现题目的经典性与新颖性。

导学 通过疑难解析、方法指导、问题讨论等多种形式，对每一单元的知识进行梳理，分析难点、疑点，并教授一定的学习方法。

分层练习 对单元的内容以试卷形式让学生进行自测训练，适合不同层次的学生选用，体现了知识坡度，所选习题少而精，旨在帮助学生循序渐进地消化所学知识，提高灵活解题的技巧和能力。

在每一学段的阶段、期末分别配有测试卷，供学生自我检验。

丛书紧扣教材，内容新颖；开阔学生思路，提高学生素质；让学生花最少的时间，获得最大的收益。

参加本书编写的有施永新、陈志刚、汤逸芳。

上海科学技术出版社
2001 年 3 月

目 录

第八章 氮	1
第一单元 氮气、氨、铵盐、化学平衡和合成氨	1
一、同步精练	1
同步精练一（氮气）	1
同步精练二（氨、铵盐）	1
同步精练三（氨、铵盐）	2
同步精练四（化学平衡和合成氨）	2
同步精练五（化学平衡和合成氨）	3
二、导学	4
学习基础	4
知识要点	4
知识网络	5
疑难解析	6
问题讨论	7
例题辨析	9
方法指导	11
三、分层练习	11
分层练习一	11
分层练习二	13
第二单元 氮的氧化物、硝酸、气体的实验室制法、未知液的鉴别	15
一、同步精练	15
同步精练六（氮的氧化物、硝酸）	15
同步精练七（氮的氧化物、硝酸）	15
同步精练八（氮的氧化物、硝酸）	16
同步精练九（气体的实验室制法）	17
同步精练十（未知液的鉴别）	17
二、导学	18
知识要点	18
知识网络	21
疑难解析	21
问题讨论	22
例题辨析	23

三、分层练习	25
分层练习一	25
分层练习二	26
第一学期阶段测试(一)	28
第一学期阶段测试(二)	32
第九章 铝 铁	35
第一单元 金属的性质、铝及其化合物、胶体	35
一、同步精练	35
同步精练一(金属的性质)	35
同步精练二(铝及其化合物)	36
同步精练三(铝及其化合物)	36
同步精练四(胶体)	36
二、导学	37
学习基础	37
知识要点	37
知识网络	40
疑难解析	41
例题辨析	42
问题讨论	44
三、分层练习	46
分层练习一	46
分层练习二	48
第二单元 铁及其化合物、金属的腐蚀和保护	51
一、同步精练	51
同步精练五(铁及其化合物)	51
同步精练六(铁及其化合物)	51
同步精练七(金属的腐蚀和保护)	52
二、导学	52
知识要点	52
疑难解析	55
例题辨析	56
问题讨论	57
方法指导	59
三、分层练习	60
分层练习一	60
分层练习二	62
第一学期期末测试(一)	66
第一学期期末测试(二)	70
第十章 有机化合物	73

第一单元 甲烷、烷烃、石油、乙烯、乙炔、苯	73
一、同步精练	73
同步精练一（甲烷）	73
同步精练二（甲烷）	73
同步精练三（烷烃、石油）	74
同步精练四（烷烃、石油）	75
同步精练五（乙烯、乙炔）	75
同步精练六（乙烯、乙炔）	76
同步精练七（乙烯、乙炔）	76
同步精练八（苯）	77
同步精练九（苯）	77
二、导学	78
学习基础	78
知识要点	78
知识网络	81
疑难解析	82
知识辨析	84
典型例题	85
问题讨论	86
方法指导	88
三、分层练习	89
分层练习一	89
分层练习二	91
第二单元 乙醇、乙酸、油脂、葡萄糖、蔗糖	93
一、同步精练	93
同步精练十（乙醇、乙酸）	93
同步精练十一（乙醇、乙酸）	94
同步精练十二（乙醇、乙酸）	95
同步精练十三（油脂）	95
同步精练十四（葡萄糖、蔗糖）	96
二、导学	96
学习基础	96
知识要点	96
知识网络	100
疑难解析	101
知识辨析	103
典型例题	104
问题讨论	105
方法指导	106

三、分层练习	107
分层练习一	107
分层练习二	109
第二学期阶段测试(一)	112
第二学期阶段测试(二)	116
化学实验(复习)	120
一、同步精练	120
同步精练一(化学仪器和试剂贮存)	120
同步精练二(基本操作)	120
同步精练三(气体的制取)	121
同步精练四(气体的制取)	122
同步精练五(物质的提纯和分离)	123
同步精练六(物质的检验)	124
同步精练七(实验设计)	125
二、导学	127
学习基础	127
知识要点	127
知识网络	137
疑难解析	138
例题辨析	139
问题讨论	140
方法指导	140
三、分层练习	141
分层练习一	141
分层练习二	144
化学计算(复习)	148
一、同步精练	148
同步精练一(基本概念)	148
同步精练二(分子式的确定)	148
同步精练三(有关溶液的计算)	149
同步精练四(有关溶液的计算)	149
同步精练五(根据化学方程式的计算)	149
同步精练六(根据化学方程式的计算)	150
同步精练七(根据化学方程式的计算)	150
二、导学	151
学习基础	151
知识要点	151
疑难解析	159
问题讨论	161

典型例题.....	162
方法指导.....	163
三、分层练习.....	164
分层练习一.....	164
分层练习二.....	165
第二学期期末综合练习(一).....	168
第二学期期末综合练习(二).....	173
第二学期期末综合练习(三).....	178
第二学期期末综合练习(四).....	183
参考答案.....	188

第一单元 氮气、氨、铵盐、化学平衡和合成氨

一、同步精练

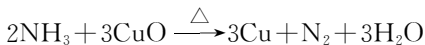
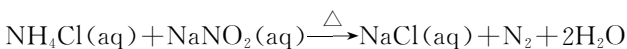
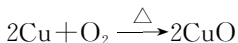
同步精练一（氮气）

1. 氮族元素包括_____等元素,它们的原子在最外电子层上都有_____个电子,它们处于元素周期表中的_____.随着核电荷数的增大,它们的原子半径逐渐_____,最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐_____。

2. 写出氮气的分子式_____,电子式_____,结构式_____。

3. 人类生活在氮气和氧气的混合气体中。你能直接感受到的氮气的性质有哪些?通过分析,你又能得出的氮气的性质有哪些?

4. 提供给你下列有关的反应:



请你设计一个实验,以验证氮气的某个化学性质。

5. 列举氮气的用途,并指出这些用途各是利用了氮气的什么样的性质?

同步精练二（氨、铵盐）

1. 选择题

(1) 在相同条件下,按气体在水中的溶解度由小到大排列,正确的是()。

- (A) CO_2 、 N_2 、 O_2 、 HCl 、 NH_3 (B) O_2 、 N_2 、 CO_2 、 NH_3 、 HCl
(C) N_2 、 O_2 、 CO_2 、 HCl 、 NH_3 (D) O_2 、 N_2 、 HCl 、 CO_2 、 NH_3

(2) 在一定条件下,与氨气不可能发生反应的是()。

- (A) H_2O (B) O_2 (C) N_2 (D) H_2S

2. 氨水中存在哪些平衡? 存在哪些微粒?

3. 已知一定条件下氨气也可以与氯气发生反应,其产物中有氮气。请写出它们之间发生反应的可能的化学方程式: _____, _____

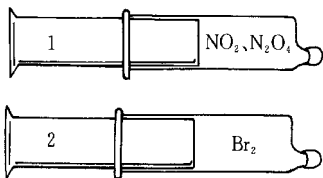
4. 在标准状况下,用向下排空气集气法收集了氨气,作“喷泉”实验后,圆底烧瓶中的溶液占烧瓶容积的三分之二。求烧瓶中的氨水溶液的物质的量浓度和实验中收集好氨气后烧瓶中的气体的平均相对分子质量。

同步精练三(氨、铵盐)

1. 分别加热碘和氯化铵,有怎样的相似现象?有什么本质的区别?
2. 某白色固体可溶于水,取少量该水溶液加入硝酸钡溶液,产生不溶于稀硝酸的白色沉淀;另取该水溶液加入氢氧化钠溶液并加热,放出能使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体。此白色固体的化学式是_____。写出有关反应的离子方程式_____。
- 某同学考虑到另有一种物质也会有上述现象,这种物质的化学式是_____。
3. 试解释农业生产中铵态氮肥为什么不可与碱性物质混用?
4. 实验室可以用哪些方法制取氨气?收集氨气时,为防止氨气逸出,应如何进行吸收?从以上有关反应,请你用化学式归纳出氨与铵根离子间的相互转化关系。

同步精练四(化学平衡和合成氨)

1. 在生产和日常生活中,有时要加大化学反应速率,有时则需减小化学反应速率,请各举一例说明。
2. 选择题
 - (1) 在一定条件下,对反应 $P(g)+Q(g) \rightleftharpoons R(g)+2S(g)$, 下列说法可以说明其已经达到平衡状态的是()。
 - (A) 反应容器中, P、Q、R、S 四者共存
 - (B) P 和 S 的生成速率相等
 - (C) 反应容器内, 气体压强不随时间变化而变化
 - (D) S 的生成速率是 R 的生成速率的 2 倍
 - (2) 对于下列各平衡体系, 改变条件, 平衡向逆反应方向移动的是()。
 - (A) $C+CO_2 \xrightleftharpoons{200^\circ C} 2CO-Q$ (加入 C)
 - (B) $N_2+3H_2 \xrightleftharpoons[高温高压]{催化剂} 2NH_3+Q$ (用铁作催化剂)
 - (C) $CO+H_2O \xrightleftharpoons{500^\circ C} CO_2+H_2-Q$ (加压)
 - (D) $2SO_2+O_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{催} 2SO_3+Q$ (升高温度)
 - (3) 某化工厂利用原料 X 和 Y 生产 Z, 反应原理为: $2X(g)+Y(s) \rightleftharpoons Z(g)+Q$ 已知 X 的价格比较高, 为有利于 X 的利用, 并提高单位时间内的产量, 应采取的措施为()。
 - (A) 高温高压
 - (B) 适当温度, 高压
 - (C) 低温高压, 加过量的 Y
 - (D) 高温低压, 加过量的 Y
3. 如图所示, 用实验验证压强对化学平衡的影响:
我们除在 1 号针筒内吸入一定体积的 NO_2 和 N_2O_4 的平



平衡混合气体,还用 2 号针筒吸入溴蒸气,这是为了进行_____。实验过程中,这种方法必须在控制条件下进行:① 开始时两针筒要吸入_____的气体;② 针筒内气体颜色_____;③ 压缩针筒活塞的体积要_____,最后观察到现象是_____,从而得出的结论是_____。

同步精练五(化学平衡和合成氨)

1. 填空题

(1) 一定条件下,在密闭容器中, $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + Q$ 达到平衡。若向容器内再注入一定量氮气,平衡_____移动;若增大压强,使容器压缩体积到原来的二分之一,平衡_____移动;若升高温度,平衡将_____移动;若使用铁催化剂,平衡_____移动,但可以_____;若向容器中注入氨气,而反应容器容积不变,容器内压强_____,平衡_____移动。

(2) 对于 $A + 2B \rightleftharpoons C$ 的反应,若 A 为气体,且增大压强平衡不发生移动,则 C 为_____态,B 为_____态。若升高温度,C 的浓度减小,则升温时该反应的正反应速率 $v_{正}$ _____,逆反应速率 $v_{逆}$ _____,该反应的逆反应是_____热反应。

2. 合成氨生产实际是一种氮的固定,氮的固定是指_____。豆科植物在常温常压下即可进行氮的固定,若请你参加关于常温常压下进行合成氨的探索,你认为要解决的关键问题是_____。

3. 选择题

- (1) 下列各项中,可用勒沙特列原理解释的是()。
- (A) 合成氨反应用较高的温度
 - (B) 合成氨反应用较高的压强
 - (C) 硫在纯氧中燃烧比在空气中燃烧剧烈
 - (D) 在氢硫酸溶液中,加入硫酸铜溶液,溶液的酸性增强
- (2) 合成氨生产中,设计了水冷却器、氨分离器和循环压缩机三个设备,其主要原因是()。
- (A) 使原料气净化,防止催化剂中毒
 - (B) 合成氨采用高温后,平衡逆向移动,使原料气分离出来循环使用
 - (C) 进一步提高原料气的压力,使平衡正向移动
 - (D) 为了充分利用合成氨反应中放出的热量

4. 在接触法制硫酸和合成氨生产中,具有某些共同的生产条件设备,它们是()。

- (A) 原料气净化装置和压缩机
- (B) 水冷却器和吸收塔
- (C) 触媒层和热交换器
- (D) 沸腾炉和分离器

使用该设备条件的作用分别是_____。



学习基础

我们刚刚学完高一第 7 章元素周期律,再来研究元素化合物的有关知识,可将所学到的理论知识放在实践中去检验,从而加强对理论知识的理解。同时也体会到化学理论对元素化合物知识具有指导作用,并应用理论知识以提高分析、解决问题的能力。

本章不仅氮元素及其有关化合物的知识十分丰富,而且用这些知识作为载体,使已经学过的有关原子结构、物质结构、氧化还原、化学平衡、电离平衡、反应速率、能量利用、环境保护等重要理论知识及连续反应的计算等,在新情景下得到迁移和应用。在此基础上,本章将学习化学平衡的移动,勒沙特列原理,合成氨工业生产中的诸多因素影响下生产条件的合理选择,使我们有机会尝试综合分析并解决一些实际问题,以体验化学与生产相结合,体验知识转化为能力。



知识要点

1. 氮元素具有很强的非金属性,但氮分子却很稳定。氮元素位于第二周期 V A 族,电子层共两层,最外层有 5 个电子,原子半径很小,所以具有较强烈的得电子趋势,表现出很强的非金属性,属于活泼的(典型的)非金属元素。

氮分子之所以稳定,原因是两个 N 原子以三根共价键相结合,键能很高,约为氢分子键能的 2.2 倍,为氧分子键能的 1.9 倍,两个氮原子之间的结合十分牢固。所以在通常条件下,氮气的化学性质是很不活泼的。利用氮气的稳定性,可用来代替“惰性”的稀有气体。

2. 可从氨分子的结构去理解氨的性质。在氨分子(NH_3)中,氮原子最外层的 5 个电子中,有 3 个电子分别与 3 个氢原子形成三根共价键,在氨分子的氮原子上还保留着一对孤对电子,其电子式为 $\text{H} \times \underset{\text{H}}{\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}} \times \text{H}$,氨分子呈三角锥形,是一个极性分子。并要求掌握氨分子的一些

物理性质和化学性质。

物理性质 由于组成氨分子的 N 原子和 H 原子都是半径很小的原子,氨分子与其他氨分子之间的引力($\text{NH}_3 \cdots \text{NH}_3$)比较大,所以氨很容易液化形成液氨,而液氨气化时要吸收大量的热,因此氨可作致冷剂。同理,由于组成水分子的 H 原子和 O 原子也都是半径很小的原子,氨分子和水分子之间的引力($\text{H}_2\text{O} \cdots \text{NH}_3$)比较大,所以氨极易溶解于水。

希望能从压强的角度去理解氨溶解的喷泉实验的原理。至此,可对中学阶段学习过的常见气体的溶解性有必要作归类排列:难溶(H_2 、CO)→不易溶(O_2)→可溶(CO_2 、 H_2S 、 Cl_2)→易溶(SO_2)→极易溶(HCl 1 : 500, NH_3 1 : 700)。

化学性质

(1) 氨具有碱性。氨在水溶液中能电离出氢氧根离子,一水合氨是弱碱: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 。从结构上看,由于氨分子中还保留着一对孤对电子,所以容易与质子(H^+)结合,而结合 H^+ 的性质也是物质表现出来的碱性: $\text{NH}_3 + \text{H}^+$ (酸) $\longrightarrow \text{NH}_4^+$ 。所以广义地说,一种物质属于碱,可以从两个方面去表示:一能电离出 OH^- ,二能结合 H^+ 。

(2) 氨具有还原性。在氨分子中,氮元素呈-3价,是最低价,所以一定具有还原性。氨的氧化是工业制硝酸的基本反应之一: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

对氨的催化氧化的实验,应掌握其现象,且会解释产生这些现象的反应原理或原因。如为什么停止加热后,催化剂会继续保持红热?为什么会看到红棕色气体?很多时候还会看到白色烟雾,烟是什么?雾是什么?反应物先通过碱石灰干燥,为什么还会产生雾?烧杯中的紫色石蕊试液为什么会出现红色?等等。

3. 铵盐主要的物理性质和化学性质。

(1) 铵盐大多数是晶体,溶于水呈无色溶液。

(2) 铵盐受热易分解放出氨气。如



希望理解两点:一是 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}$,称为类升华现象,之所以说“类”(类似),因为它是化学变化,而升华是物理变化;二是分解的温度不同,且组成铵盐的酸根不同,其分解产物并无规律可言。

(3) 铵盐与碱反应放出氨气: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。该离子方程式能表示哪些反应的实质?可总结如下:

① 实验室制氨气。常用固体氯化铵与熟石灰反应制氨气: $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$ (该反应因为是固体物质加热,所以一般不写离子方程式)。② 检验铵根离子。为使现象比较明显,要注意溶液配得浓一点,还不忘加热,湿润的红石蕊试纸不能贴着试管口。③ 施肥时,铵态氮肥[如硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$]不宜与碱性肥料(如石灰、草木灰之类)混合施用。

4. 化学平衡状态的特征和影响化学平衡的条件。

化学平衡是指在可逆反应里,正逆反应速率处于相等的状态,具有两个特征:一是动态平衡, $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}} \neq 0$;二是在平衡状态下,反应的混合体系中,各组分的百分含量保持不变。若改变了外界条件,使 $v_{\text{正}} \neq v_{\text{逆}}$,平衡就被破坏而发生移动。所以影响化学反应速率的条件都有可能影响化学平衡(如浓度、压强、温度等),使用催化剂虽不能使平衡发生移动,但能缩短(或改变)可逆反应达到平衡的时间。

必须理解勒沙特列平衡移动原理,并能应用原理解释问题。

5. 了解合成氨生产的化学史,了解合成氨的条件和选择依据,理解合成氨生产中主、次矛盾及转化等内容。认识科学技术是第一生产力的基本观点,领悟辩证唯物主义的哲学思想。

知识网络

在高中化学里,研究的动态平衡体系有化学平衡、溶解平衡、电离平衡和水解平衡。对此四种平衡体系归纳比较如下:

	化学平衡	电离平衡	溶解平衡	水解平衡
研究的体系	可逆反应	弱电解质的电离	微溶或难溶于水的物质的饱和溶液	某些盐类的水解

(续表)

	化学平衡	电离平衡	溶解平衡	水解平衡
	$v_{\text{正反应}} = v_{\text{逆反应}}$	$v_{\text{电离}} = v_{\text{离子组成的分子}}$	$v_{\text{溶质溶解}} = v_{\text{溶质结晶}}$	$v_{\text{水解}} = v_{\text{中和}}$
平衡的特征	① 反应仍在进行,是动态平衡 ② 各组成成分的浓度保持不变 ③ 若改变某个条件,原平衡破坏,在新条件下建立新的平衡			
影响的因素	受温度、浓度和压强的影响	温度升高,有利于电离浓度下降,有利于电离	一般升高温度,对气体溶解度下降,对固体溶解度增大	温度升高,水解程度增大;浓度降低,水解程度增大
热量变化	$Q > 0$ 或 $Q < 0$	$Q < 0$	$Q > 0$ 或 $Q < 0$	$Q < 0$ (中和反应 $Q > 0$)
	都遵循勒沙特列平衡移动原理			

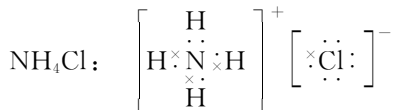
疑难解析

1. 关于写电子式和结构式。

写一种物质的电子式,原则是将组成物质的所有原子(或离子)的最外层电子都表示出来;而结构式只要将共用电子对用短线表示出来。例如,氮气 N_2 的电子式为 $:N::N:$, 结构式为 $N \equiv N$ 。如果写成 $:N \equiv N:$ 那就不伦不类了。可见结构式中不出现电子。可通过以下几种物质的电子式加以理解。



这里的 $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}$ 共价键,其共用电子对是由 N 原子单独提供的孤电子对与 H^+ 共用,结构式中可以写成 $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}$, 这种共价键通常称为配位键。



实际上,书写电子式能对物质的结构有更深层次的理解,从而对物质的某些性质也有更深刻的理解。

2. 在一平衡体系中通入稀有气体,平衡将如何移动? 例如在一密闭容器中存在下列平衡: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, 如果向容器中通入氮气,平衡将如何移动?

本例中,因为通入的气体与原平衡体系中所有的物质都不反应,所以相当于通入稀有气体。可以分两种情况:① 通入 N_2 的前后,若密闭容器的体积不改变。由于体积没有变,所以 SO_2 、 O_2 、 SO_3 的浓度(或说压强)均没有变化,可见平衡不移动[虽然由于通入 N_2 ,密闭容器内总压强增加了, $p(\text{总}) = p(\text{反应体系}) + p(N_2)$,但原反应体系的压强不变]。② 通入 N_2 后,若密闭容器的体积增加[使容器内的总压强 $p(\text{总})$ 保持不变],由于体积变大,所以 SO_2 、

O_2 、 SO_3 浓度都减小,或者说原反应体系的压强变小 [$p(\text{总}) = p(\text{反应体系}) + p(\text{N}_2)$, $p(\text{总})$ 不变, $p(\text{反应体系})$ 减小] 平衡向逆反应方向移动。

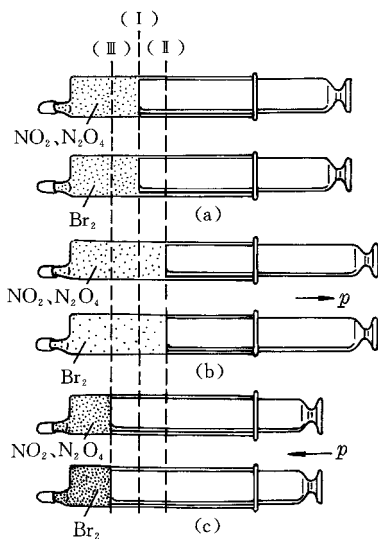
3. 教材上有如下实验:取两个注射器,一个装有溴蒸气,一个装有二氧化氮和四氧化二氮的混合气体,两者颜色的深浅和体积都相同。注射器的位置都处在位置(Ⅰ)[见图(a)]。然后先把两个注射器的活塞往外拉到位置(Ⅱ)[见图(b)],比较两注射器内气体颜色的深浅;再把注射器的活塞推到位置(Ⅲ)[见图(c)],比较两注射器内气体颜色变化深浅。

问题:此实验目的是研究压强对平衡移动的影响,讨论的平衡体系是 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 为什么要把溴装在另一针筒里一起研究?

如果只用一个装有 NO_2 和 N_2O_4 混合气体的针筒做上面的实验,现象如下:活塞往外拉,从(Ⅰ)到(Ⅱ),气体颜色变浅,反之活塞往里推到(Ⅲ),气体颜色变深,从颜色上判断,压强对化学平衡的影响与其移动的方向正好相反:减小压强,气体颜色变浅,平衡 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 向气体体积缩小的方向移动。为什么这个结论是错了呢? 分析如下。

引起颜色变浅的原因,首先是活塞往外拉,体积变大,气体密度减小,颜色变浅。然后由于化学平衡向逆反应方向(气体体积增大的方向)移动,削弱了由于密度减小而使颜色变浅的程度,但总体颜色还是变浅的。如何体现削弱这种改变的效果呢? 就用一个装有颜色和体积都相同的溴蒸气的针筒做同样的实验(在溴蒸气的针筒中不存在平衡移动)起对比的作用。这种对比实验的方法是科学研究中常用方法。

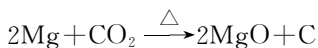
上述实验如果这样设计是否合理? 用一个装有 NO_2 、 N_2O_4 混合气体的针筒实验。操作时,将活塞快速从(Ⅰ)拉到(Ⅱ),看到气体的颜色先变浅,又变深(但比原来的浅)。解释是:先由于体积变大,密度变小,所以颜色变浅;后发生平衡移动(向气体体积增大的方向),所以又变深。但因为平衡的移动只是削弱了密度的改变,所以比原来的颜色还是浅一些。以上的解释似乎很有道理。但由于①平衡移动和密度变化一样都是瞬间完成的,②推拉速度太快,会有显著的温度变化,对问题的讨论又带来诸多的复杂因素,所以这种实验设计是不够科学的。



问题讨论

1. 镁在空气中点燃,主要产物是什么?

空气中主要含有氮气(78%体积)和氧气(21%体积)。氮气的浓度远比氧气浓度大,如果只考虑浓度对反应速率的影响,就会得出错误的结论。由于氧气的性质比氮气活泼得多,所以镁在空气中点燃的主要产物是氧化镁,只有少量氮化镁生成。通过这一个例子,我们可以受到启示:浓度、压强、温度等外在条件只是影响化学反应速率的因素,而参加反应的物质的本身的性质是决定化学反应速率的因素。就以镁而言,由于它是很活泼的金属,具有很强的还原性,所以它除了能和氧气、氮气等物质反应外,还可以和二氧化碳反应,夺取其中的氧:



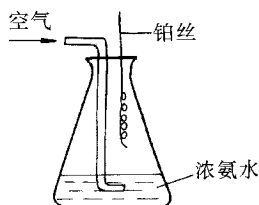
2. 在实验室里用蒸发浓氨水的方法收集满一试管氨气后,将试管倒立在水槽中做氨气的溶解性实验,水柱往往不会上升到试管底部,有的甚至不足试管的 $\frac{1}{2}$ 。试分析原因? 如何改进?

最主要的原因是收集到的气体不纯,含有大量的水蒸气。

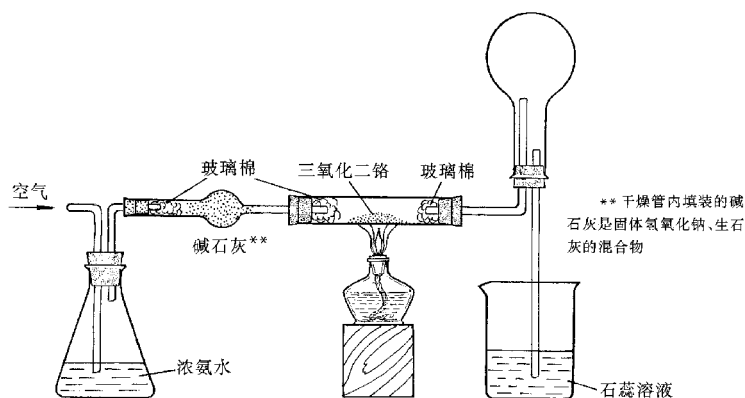
提供两点改进意见:① 氨气收集前先经过碱石灰干燥,使得到的气体尽可能纯净。② 溶解过程中适当振荡试管。

3. 有关氨的催化氧化的实验,在原来的老教材上介绍的演示装置如右图所示。实验是这样进行的:

先把铂丝(催化剂)加热到红热以后,插入到锥形瓶内浓氨水上方,同时鼓入空气。看到有红棕色气体产生,但立刻形成白色烟雾,铂丝继续保持红热。



新教材上介绍的实验装置有了很大的改进(如下图)。



比较上述两个实验,你认为新教材介绍的装置比老教材的原装置有哪些优点?

第一,原来是一个敞口的装置,有毒气体一氧化氮、二氧化氮都会逸散到空气中;改进后的装置是基本密封的,减少或消除了对环境的污染。

第二,原来装置中,反应物(氨气、空气)和生成物(一氧化氮、水)混合在一起,难以观察到明显的现象——红棕色气体,而主要看到白色烟雾,其中烟是 NH_4NO_3 小颗粒,雾是 HNO_3 小液滴。这些烟雾是如何产生的呢?(掌握有关反应的化学方程式)新教材上的装置、产物和反应物分开,可以看到在倒置的烧瓶内有红棕色气体。

第三,原来用价格昂贵的铂丝做催化剂,改进后用三氧化二铬做催化剂,经济上便宜多了。而且用价格贵的铂金做催化剂,实验室只能用铂丝,最多用一束铂丝,因为反应只在催化剂表面进行,所以实验效果一般不佳。

在新教材的实验中,发现在倒置的烧瓶里,有时还是看到浓浓的白色烟雾,而不是红棕色气体? 这又是为什么? 你以为还可以有哪些改进?

白色烟雾肯定是生成了硝酸和硝酸铵,如何生成硝酸的呢?在反应前虽然用碱石灰除去了反应物中的水分,但在反应过程中又生成了水: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。而且, $4\text{NO} \xrightarrow{+2\text{O}_2} 4\text{NO}_2 \xrightarrow{+\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}} 4\text{HNO}_3$, NO 转化为 HNO_3 ,生成的水并未完全反应掉,尚有剩余,

加上反应过程中,氨和空气都不会完全反应掉,所以就不难理解生成硝酸铵了。

改进建议:首先从控制反应速率和平衡移动的角度考虑。控制鼓入空气的速率不要太大;降低氨水的浓度(一般在1:3或1:4左右)。还有更保险的是在玻璃管后面加一个洗气装置。既要洗去新生成的水,又要洗去多余的氨气,有效避免“烟雾”的产生,当然选用浓硫酸来洗涤最合适了。同学不妨进实验室去验证一下。

例题辨析

1. 据报道,1998年合成的“ N_5 ”的爆炸性极强。它实际上是一种带电荷的分子碎片。其结构对称,5个N原子排列成“V”字形。如果所有N原子都达到8电子稳定结构,且含有2个“ $N \equiv N$ ”三键,则“ N_5 ”分子碎片所带电荷数是()。

- (A) 1+ (B) 2+ (C) 1- (D) 2-

本题所研究的内容是高新科技方面的材料,在所学的教材中肯定没有见识过。但根据题意,用自己已经掌握的基础知识进行分析推理是可以找到答案的。

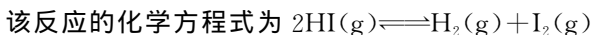
氮原子最外层有5个电子,通过写电子式,对每个N原子的5个电子都要有所安排,且要符合:①所有N原子都达8电子稳定结构,②含有2个“ $N \equiv N$ ”三键,即



从电子式可见,中间N原子只能排4个电子,所以“ N_5 ”分子碎片带一个正电荷。结构式可表示为 $N \equiv N \rightarrow N \leftarrow N \equiv N$ (说明:写电子式或结构式不要求表达其空间构型)。

2. 加热装有4mol HI气体的密闭容器中,当分解反应达到平衡时,已知 $I_2(g)$ 的体积分数为 $x\%$,若此时再加入Amol的HI气体,在同温下再达平衡,测得 $I_2(g)$ 的体积分数为 $y\%$,则 x 和 y 的关系是_____。

本题粗看是一个计算题,实际上考核的仍是化学平衡的特征和移动。首先应写出其反应的化学方程式,然后根据勒沙特列原理分析。



从化学方程式可知,该反应是一个反应前后气体体积不变的反应。只要达到平衡,且温度保持不变,那么增大压强对此类反应来说,化学平衡不发生移动。但有的同学错误地认为:“本题中反应达平衡后,增加HI的量,就等于增大压强,平衡不受影响”。这叙述有两点错误:①在讨论平衡移动的因素时,所述的改变压强,通常是指由于体积变化而使压强改变。如果因容器体积减小而增大压强,则对反应前后气体体积总数不变的反应而言,实质上使体系中所有的气体(包括反应物和生成物)的浓度都增大,而且增大相同的倍数,所以平衡不移动。②本题中,反应达平衡后,再加入Amol HI。不错,体系中压强确也增大,但由于加入了反应物而增大压强,就不属①中讨论的情况了。如果加入的是稀有气体,已在[疑难解析]2中讨论过。本题加入反应物HI Amol,当然属于增加了反应物浓度,平衡一定向正反应方向移动。

解答:起始反应从4mol HI气体分解开始,达平衡时, I_2 占 $x\%$,再加入Amol HI气体,平衡向正方向移动。由于温度不变(平衡常数不变),且都是从HI分解起始,所以平衡时,各组分的百分含量不会改变,可以看作是两个相同的平衡体系合并,也可看作HI的起始量是 $(A+4)$ mol,结论 $x=y$ 。