

长春市教育局教育教学研究室组编



全程绿色学习

系列丛书

教师用书

(与学生用书配套使用)

高二化学(上册)



吉林出版社

全程绿色学习

权威性

实用性

操作性

系列丛书

高二化学 (上册)

教师用书

(与学生用书配套使用)

长春市教育局教育教学研究室 组编

名题举例

题型设计与训练

华龄出版社

责任编辑 苏 辉
封面设计 倪 霞

图书在版编目(CIP)数据

全程绿色学习系列丛书·高二化学·上册/长春市教育局教育教学研究室组编.
—北京:华龄出版社,2005.8

教师用书

ISBN 7-80178-264-X

I. 全… II. 长… III. 化学课—高中—教学参考资料 IV. G633

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 094204 号

书 名: 全程绿色学习系列丛书·高二化学(上册)教师用书
作 者: 长春市教育局教育教学研究室组编
出版发行: 华龄出版社
印 刷: 遵化市印刷有限公司
版 次: 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷
开 本: 850×1168 1/16 印 张: 5.25
印 数: 1~3000 册
全套定价: 54.80 元(共 10 册)

地 址: 北京西城区鼓楼西大街 41 号
电 话: 84044445(发行部)

邮 编: 100009
传 真: 84039173

前 言

由长春市教育局教育教学研究室策划的《全程绿色学习系列丛书》和大家见面了。它作为师生的良师益友,将伴随师生度过高中宝贵的学习时光。

本丛书以人教社最新修订的高中教科书为蓝本,以最新《考试大纲》、《新课程教学大纲》和《新课程课程标准》为依据,集国内最先进的教学观念,精选近五年全国高考试题、近三年各省市的优秀模拟试题,并根据高考最新动向,精心创作了40%左右的原创题,使每道试题都体现出了对高考趋势的科学预测。本丛书采用“一拖一”的编写模式,即一本教师用书,一本学生用书(学生用书包括同步训练和单元同步测试),两本书互为补充。学生用书“同步训练”的编写体例为“名题举例”和“题型设计与训练”两部分,题型设计与训练部分编写适量的基础题及综合性、多元性的试题,意在培养学生的学科思想与悟性,使其对每个知识点的复习落到实处,从而达到“实战演练,能力提升”的目的,并单独装订成册,可作为学生课堂练习本,也可作为学生课后作业本,便于师生灵活使用;学生用书“单元同步测试”是对本单元教与学的总结和验收,既可供教师作考试之用,又可供学生作自我检测之用。教师用书既是教师教学的教案,又是学生学习的学案。教师用书对学生用书“名题举例”和“题型设计与训练”中的每道题进行了全析全解,并给出了“规范解答”,采用“网上机读解答”方式,使学生每做一道题,都是进行高考“实弹演习”。这是本套丛书的一大亮点,在全国教辅用书上也是首次使用这种解答方式。它将有助于学生大幅度提高学习成绩。

《全程绿色学习系列丛书·高二化学(上册)教师用书》由长春市教育局教育教学研究室许丽任主编,长春市教育局教育教学研究室赵大川任副主编。同步训练1~8、同步测试1由吉林省实验中学刘旭虹编写,同步训练9~13、同步测试2由长春二中刘来泉编写,同步训练14~17、同步测试3由长春市实验中学孙国辉编写,同步训练18~25、同步测试4由吉林省实验中学张丹编写,同步测试5、同步测试6由长春市实验中学孙国辉编写。全书由长春市教育局教育教学研究室许丽统稿、审定。

长春市教育局教育教学研究室

2005年7月

编委会

主 任 陆建中

副主任 白智才 逯成文 刁丽英

编 委 (按姓氏笔画为序)

刁丽英 王 梅 王笑梅

白智才 孙中文 刘玉琦

许 丽 陆建中 陈 薇

张甲文 吴学荣 赵大川

祝承亮 逯成文

“高二化学(上册)教师用书”读者反馈表

您只要如实填写以下几项并寄给我们,将有可能成为最幸运的读者,丰厚的礼品等着您幸,数量有限(每学期50名)一定要快呀!

您最希望得到的**礼品** 100元以下 (请您自行填写)



A _____



B _____



C _____

您的个人资料



(请您务必填写详细,否则礼品无法送到您的手中)

姓名:	学校:	联系电话:
邮编:	通讯地址:	
职业:	教师 ☐	学生 ☐ 教研员 ☐
请在右栏列举3本您要爱的教辅		
您发现的本书错误:		
您对本书的意见或建议:		

信寄: 吉林省长春市亚泰大街 3658 号 长春市教育教学服务中心

邮编: 130022

联系电话: 0431—8633939

目 录

第一章 氮族元素

同步训练 1	氮族元素(1)	(1)
同步训练 2	氮族元素(2)	(4)
同步训练 3	铵盐(1)	(7)
同步训练 4	铵盐(2)	(10)
同步训练 5	硝酸(1)	(12)
同步训练 6	硝酸(2)	(15)
同步训练 7	氧化还原反应方程式的配平	(18)
同步训练 8	有关化学方程式的计算	(21)
同步测试 1	氮族元素	(26)

第二章 化学平衡

同步训练 9	化学反应速率	(29)
同步训练 10	化学平衡	(31)
同步训练 11	影响化学平衡的条件(1)	(34)
同步训练 12	影响化学平衡的条件(2)	(36)
同步训练 13	合成氨条件的选择	(38)
同步测试 2	化学平衡	(40)

第三章 电离平衡

同步训练 14	电离平衡	(43)
同步训练 15	水的电离和溶液的 pH	(46)
同步测试 16	盐类的水解	(49)
同步训练 17	酸碱中和滴定	(52)
同步测试 3	电离平衡	(54)

第四章 几种重要的金属

同步训练 18	镁和铝(1)	(58)
同步训练 19	镁和铝(2)	(59)
同步训练 20	铁和铁的化合物(1)	(61)
同步训练 21	铁和铁的化合物(2)	(62)
同步训练 22	金属的冶炼(1)	(64)
同步训练 23	金属的冶炼(2)	(65)
同步训练 24	原电池原理及其应用(1)	(67)
同步训练 25	原电池原理及其应用(2)	(68)
同步测试 4	几种重要的金属	(70)
同步测试 5	综合测试题(一)	(71)
同步测试 6	综合测试题(二)	(73)

第一章 氮族元素

同步训练 1 氮族元素(1)

名题举例

〔例 1〕

〔思路点拨〕根据 $N_2(g) \rightarrow P(s)$ 可推得下面元素的单质均为固态; As 是非金属, 故 As 有负价, 类似于磷, 具有 $-3, +3, +5$ 的化合价; 根据同主族从上至下, 最高氧化物对应的水化物的酸性减弱可得酸性: $H_3AsO_4 < H_3PO_4$; 同主族从上到下, 元素单质得电子能力减弱, 失电子能力增加, 所以砷的还原性比磷的要强。

〔规范解答〕A B C

〔解后反思〕要正确认识原子结构和元素性质间的关系, 熟悉同族元素性质的相似性和递变性。

(1) 氮族元素位于周期表中 V A 族, 包括氮(N)、磷(P)、砷(As)、锑(Sb)、铋(Bi)五种元素。

(2) 原子结构

相同点: 最外层电子数相同(5 个电子)。

不同点: 电子层数不同, 原子半径随着原子序数的递增依次增大。

(3) 元素性质

相似性:

① 最高价为 +5, 最高价氧化物分子通式为 R_2O_5 ;

② 负价为 -3 (铋、铋无负价), 气态氢化物分子通式为 RH_3 ;

③ 最高价氧化物的水化物呈酸性, 通式为 H_3RO_4 或 $HR(O)_3$ 。

递变性: (按原子序数增大的顺序)

① 元素非金属性逐渐减弱, 金属性逐渐增强;

② 气态氢化物稳定性依次减弱;

③ 最高价氧化物的水化物的酸性依次减弱。

〔例 2〕

〔思路点拨〕从元素周期表中的递变规律, 也可知氮元素的非金属性较磷的强。卤素单质是典型的非金属, 其熔沸点随核电荷数递增而升高, 但氮族元素的单质中, 铋单质的熔沸点高于砷单质的熔沸点, 与碱金属元素单质熔沸点变化规律相似; NO_2 是空气的主要污染物之一, 易形成光化学烟雾而污染环境, 故空气中应减少 NO_2 含量; NO_2 中氮呈 +4 价, HNO_3 中氮呈 +5 价, 所以 NO_2 不是酸性氧化物, 也不是 HNO_3 的酸酐, N_2O_5 才是 HNO_3 的酸酐。

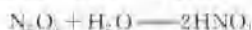
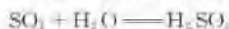
〔规范解答〕A B C

〔解后反思〕1. 酸酐通常指含氧酸脱水后生成的氧化物。

(1) SO_3 、 N_2O_5 、 P_2O_5 分别是 H_2SO_4 、 HNO_3 、 H_3PO_4 的酸酐, 叫作硫酸酐、硝酸酐、磷酸酐。酸酐中的成酸元素跟对应水化物

(即含氧酸)中的成酸元素化合价相同。如 SO_3 和 H_2SO_4 , N_2O_5 和 HNO_3 。

(2) 通常酸酐跟水化合而生成对应的酸



个别酸酐不能跟水反应, 如 SiO_2 不溶于水, 但 H_2SiO_3 的酸酐仍是 SiO_2 。

(3) 大多数含氧酸的酸酐是非金属氧化物, 但也有一些是金属氧化物。例如高锰酸($HMnO_4$)的酸酐是 Mn_2O_7 。

2. 分清元素的金属性和非金属性及其与单质的活泼程度的关系。

金属性和非金属性指的是元素原子的性质。

单质的活泼性与分子的结构有关, 由于 N_2 分子中 $N \equiv N$ 键能很大, N_2 分子稳定, N_2 不如单质磷活泼, 但只要 $N \equiv N$ 断裂后, N 原子即比 P 原子活泼。

〔例 3〕

〔思路点拨〕磷在周期表中属 V A 族, 是非金属元素, 除了磷酸钠、钾、铵之外的磷酸盐都不溶于水, 所以在自然界主要以磷酸盐的形式存在于矿石中; 而其单质, 则可能是白磷(有毒)和红磷(无毒)。

磷可以在氯气中燃烧, 氯气不充足时, 得到低价磷的化合物, 三氯化磷, 过量氯气中燃烧则得到高价磷的氯化物, 五氯化磷。

磷在空气中燃烧, 得到的是高价的磷的氧化物五氧化二磷



$$x = \frac{500}{282} = 1.77 \text{ mol}$$

如果氧气占空气 21%, 则空气需 $\frac{1.77}{0.21} = 8.43 \text{ mol}$

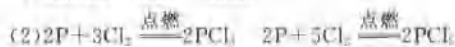
相当于标准状况下 $8.43 \times 22.4 = 189 \text{ L}$ 。

如果氧气约占空气 $\frac{1}{5}$, 则空气需 $1.77 \times 5 = 8.85 \text{ mol}$

相当于标准状况下 $8.85 \times 22.4 = 198 \text{ L}$ 。

〔规范解答〕

(1) 磷酸盐 白磷 红磷



(3) 188 L 或 198 L

题型设计与训练

一、选择题(每小题只有一个正确选项)

1. [解析] 从氮到铯密度依次增大, 金属没有负价, 铯不能与 H_2 直接化合。

[参考答案] B。

2. [解析] 由于氮气分子中的 $N \equiv N$ 键很牢固, 使氮分子结构很稳定。通常状况下, 氮气的化学性质不活泼, A 正确。 N_2 与 O_2 在放电条件下化合生成 NO, “放电”条件较高, 它不同于加热、高温、燃烧等, N_2 不能燃烧, B 错误。在通常状况下, 1 体积水中只能溶解大约 0.02 体积的氮气, C 正确。 N_2 与 H_2 在一定条件下反应时, 生成 NH_3 , 氮元素化合价降低, N_2 做氧化剂, D 正确。

[参考答案] B。

[规律小结] 氮常见化合价 -3、+1、+2、+3、+4、+5。 N_2 中氮为 0 价处于中间状态, 所以 N_2 既有氧化性又有还原性。氧化性体现在与 Mg 、 H_2 等的反应, 还原性体现在特定条件下被氧气氧化生成 NO。

3. [解析] 用事实比较元素的非金属性强弱的方法, 一般从以下几个方面:

(1) 元素气态氢化物的稳定性, 气态氢化物稳定者, 其对应元素的非金属性强。

例如: 氮族元素的气态氢化物的稳定性为: $NH_3 > PH_3 > AsH_3$, 对应元素的非金属性为: $N > P > As$ 。

(2) 元素最高价氧化物对应水化物的酸性, 即最高价含氧酸的酸性强者, 对应元素的非金属性强。

例如: 氮族元素的最高价氧化物对应水化物的酸性为: $HNO_3 > H_3PO_4 > H_3AsO_4$ 结论同(2)。

(3) 单质间的置换反应, 即单质的氧化性强者, 对应元素的非金属性强。

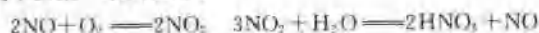
例如: $Cl_2 + H_2S \rightarrow 2HCl + S$ Cl_2 比 S 的非金属性强。

[参考答案] D。

4. [解析] 在 N、O、Cl、P 四种元素组成的单质中, 白磷是由四原子构成的分子, 在通常情况下为固体。在这四种元素中, N 的氢化物有 NH_3 、 N_2H_4 等, O 的氢化物有 H_2O 、 H_2O_2 等。

[参考答案] C。

5. [解析] 闪电条件下, 空气中 N_2 与 O_2 化合成 NO, 与人为排放氮氧化物无关, A 正确。光化学烟雾指氮氧化物(NO_x)和碳氢化合物(C_xH_y)在大气环境中受到强烈的太阳紫外线照射后, 发生复杂的光化学反应, 主要生成光化学氧化剂(主要是 O_3)及其他多种复杂的化合物, 称为光化学烟雾。排放到空气中的 NO、 NO_2 在空气中发生一系列反应:



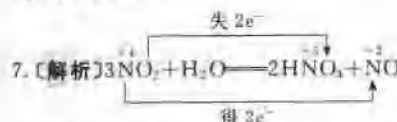
而导致酸雨。氮的氧化物(NO_x)破坏臭氧层的化学反应原理可简单表示如下: $O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$, $NO_2 + O \rightarrow NO + O_2$, 这两个反应反复循环, 总反应 $O_3 + O \rightarrow 2O_2$, NO 起催化剂作用。

[参考答案] A。

6. [解析] 白磷有剧毒而红磷无毒; 白磷易与空气中的氧气反

应, 应在隔绝空气条件下使白磷转化为红磷, 少量白磷应保存在水中。

[参考答案] D。

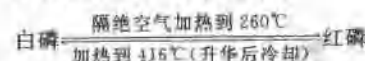


发生还原反应的 NO_2 (氮元素的化合价降低) 和发生氧化反应的 NO_2 (氮元素化合价升高) 的物质的量比为 1:2, 同一种物质, 物质的量比等于质量比。

[参考答案] C。

8. [解析] 可用如下两个实验确定红磷和白磷是同素异形体:

① 白磷和红磷可以相互转化

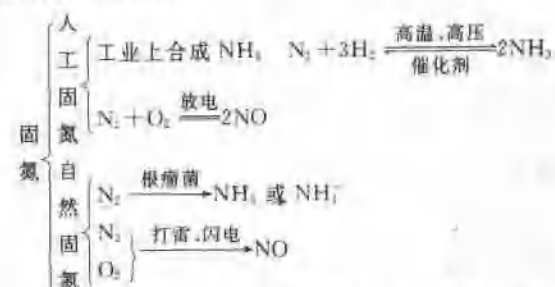


② 取相同质量的红磷和白磷, 分别在足量的 O_2 气中充分燃烧, 所得的产物(P_2O_5)是同一物质, 且质量相等。

解这类题的关键是要抓住同素异形体概念中的“同种元素”“性质不同”这些特点。

[参考答案] D。

9. [解析] 氮的固定就是指将空气中游离态的氮(N_2)转化为化合态氮(氮的化合物)的反应。由此可判断 A 正确。固氮分为人工固氮和自然固氮:



如由化合态氮转化成其他化合态的氮则不属于固氮反应。如实验室 NH_3 的制备, NO 转化成 NO_2 , NO_2 转化为 HNO_3 、硝酸盐, 在微生物(亚硝化细菌、硝化细菌)作用下, NH_3 转化为亚硝酸盐或硝酸盐等。

[参考答案] A。

10. [解析] $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$, 此反应的特点是反应前后气体体积不变。因此本题很容易错选 D。还应考虑到当 O_2 过量时, 将进一步发生 $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$, 导致气体体积缩小。因此只有当 $V(N_2):V(O_2) \geq 1:1$ 时, 即 N_2 过量, 反应前后气体体积不变。

[参考答案] C。

二、填空题

11. [解析] 已知 B 在第三周期, 根据相邻主族元素的原子序数和第二、三、四周期各包含元素种数可求得 B 的原子序数。

设B的原子序数为 x ,则A为 $(x-1)$,C为 $(x+1)$,D为 $(x-8)$,E为 $(x+18)$

$$\begin{aligned} & \text{则 } (x-1) + x + (x+1) + (x-8) + (x+18) = 85 \\ & x = 15 \end{aligned}$$

【参考答案】(1) $15; \begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 2 & 8 & 5 \end{pmatrix}$ (2) Si, P, S, N, As

(3) $S > P > Si, H_4SiO_4 < H_3PO_4 < H_2SO_4$

(4) $N > P > As, AsH_3 > PH_3 > NH_3$

12. 【解析】无机推断题的解题技巧是先寻找突破口。特殊的反应现象、反应条件、物质、反应类型等都可成为突破口。本题的突破口是C为红棕色气体和D使澄清石灰水变浑浊,可推知C为 NO_2 或 Br_2 蒸气,D为 SO_2 或 CO_2 。由 $B + O_2 \rightarrow C$ 可知C为 NO_2 。又由 $A + D \rightarrow H_2O + E$,E为单质,且D和E含同种元素,可知此反应为氧化还原反应,由此确定D为 SO_2 ,E为S,A为 H_2S 。则 $C + D \rightarrow B + F$ 为 $NO_2 + SO_2 \rightarrow NO + SO_3$ 。

【参考答案】(1) $H_2S \quad NO \quad NO_2 \quad SO_2$

(2) $NO_2 + SO_2 \rightarrow NO + SO_3$

三、实验题

13. 【解析】(1)由反应方程式知,反应放热,产生大量的气体,烧瓶中的压力必定比分液漏斗A中大,因而 $NaNO_2$ 溶液不易滴下,将A与烧瓶间用导管连接,可使A与烧瓶中压力始终保持相同,有利于 $NaNO_2$ 溶液顺利滴入烧瓶中。

(2)由于是溶液间反应且需加热, N_2 必定带有大量水蒸气,冰盐致冷剂的温度可达 $0^\circ C$ 以下,可将大部分水蒸气冷凝。

(3)气体制备反应开始前,必须检查装置的气密性。由于该反应为放热反应,加热引发之后,依靠自身放热即可持续进行,不需额外加热,否则导致反应物冲出。

(4)由于制备纯净氮气,故收集前排尽系统内的空气。用排气法收集不能保证气体的纯度,而排水法会导致气体不干燥,所以收集纯净的气体用抽空的球胆或塑料袋最为理想。

【参考答案】(1) C (2) A。

(3) 检查装置的气密性 反应为放热反应

(4) 排尽装置中的空气 c

【规律小结】此题为新情境题,需仔细审题,抓准信息点:①图②放热的提示 ③制取纯净 N_2 。

四、计算题

14. 【解析】(1) $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO \quad 2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$
 $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

(2) ①由(1)化学方程式可知,1 mol O_2 和 1 mol N_2 化合生成 2 mol NO ,所以此次闪电所产生的 NO 的物质的量为

$$\frac{1.5 \times 10^7 \text{ kJ} \times \frac{1}{1000}}{180.74 \text{ kJ}} \times 2 \text{ mol} = 165.98 \text{ mol}$$

②设此次雷雨闪电的生成物相当于给土地施了 x g 尿素化肥,可列方程式:

$$165.98 \text{ mol} \times 30 \text{ g/mol} \times \frac{14}{30} = x \text{ g} \times \frac{28}{60} \quad (\text{N守恒}) \text{ 解得, } x = 4974.4 \text{ g}$$

∴此次雷雨闪电的生成物相当于给土地施了 4979.4 g 的尿素化肥。

15. 【解析】本题既可以假设未知数求解,也可以直接根据P原子、Cl原子的关系直接观察进行求解。

解法一:假设生成的 PCl_3 的物质的量为 x , PCl_5 的物质的量为 y ,则有:

$$(x+y) : (3x+5y) = 1 : 3.6$$

$$\text{则 } x : y = 7 : 3$$

解法二:假设P原子为1 mol,则氯原子为3.6 mol,如果按照1:3来考虑,则Cl原子多0.6 mol,而只有 PCl_3 中Cl原子个数才会比P原子个数多,而且是有1 mol PCl_3 时,P原子、Cl原子比按照1:3考虑时多2 mol Cl原子。也就是说 PCl_3 必然为0.3 mol,根据P原子守恒知道 PCl_5 必然为0.7 mol,所以 PCl_3 和 PCl_5 的物质的量之比为7:3。

解法三:元素守恒法

设 PCl_3 物质的量为 x , PCl_5 的物质的量为 y

$$\begin{cases} x+y=1 \\ 3x+5y=1.8 \times 2 \end{cases}$$

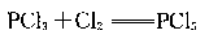
$$\text{解得 } \begin{cases} x=0.7 \\ y=0.3 \end{cases}$$

$$x : y = 7 : 3$$

解法四: $2P + 3Cl_2 \rightarrow 2PCl_3$

$$1 \text{ mol} \quad 1.5 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

此反应中 Cl_2 过量,会进一步与生成的 PCl_3 反应



$$1 \text{ mol} \quad (1.8-1.5) \text{ mol}$$

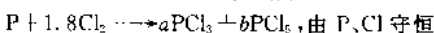
显然 PCl_3 过量时

$$n(PCl_3) = 0.3 \text{ mol}$$

$$n(PCl_5) = 1 \text{ mol} - 0.3 \text{ mol} = 0.7 \text{ mol}$$

$$n(PCl_3) : n(PCl_5) = 7 : 3$$

解法五:设该反应的方程式为:

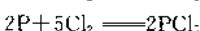
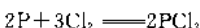


$$\begin{cases} a+b=1 \\ 3a+5b=3.6 \end{cases}$$

$$\text{解得 } \begin{cases} a=0.7 \\ b=0.3 \end{cases}$$

$$\therefore n(PCl_3) : n(PCl_5) = 7 : 3$$

解法六:十字交叉法



由上述方程式可知:1 mol P 全部生成 PCl_3 需 Cl_2 1.5 mol, 1 mol P 全部生成 PCl_5 需 Cl_2 2.5 mol,则

$$\begin{array}{ccc} 1.5 & & 0.7 \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & 1.8 & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ 2.5 & & 0.3 \end{array} \quad \frac{7}{3}$$

$$n(PCl_3) : n(PCl_5) = 7 : 3$$

【参考答案】7:3

同步训练 2 氮族元素(2)

名题举例

【例 1】

〔思路点拨〕NO 与水不反应, NO₂ 与水反应时每 1 体积的 NO₂ 会生成 $\frac{1}{3}$ 体积的 NO, 所以剩余的气体为未参加反应的 NO 和生成的 NO 气体。

解法一: 设原混合气体中含 NO₂ x mL, 则含 NO $(20-x)$ mL。



$$\begin{array}{ccc} 3 & & 1 \\ x & & \frac{1}{3}x \end{array}$$

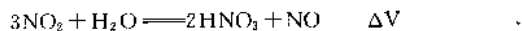
由题意: $20 \text{ mL} - x + \frac{1}{3}x = 10 \text{ mL}$

解得: $x = 15$

则原 NO 的体积: $20 \text{ mL} - 15 \text{ mL} = 5 \text{ mL}$

答: 原混合气体中含 NO 气体 5 mL, NO₂ 气体 15 mL。

解法二: (差量法) 设原混合气体中含 NO₂ 气体体积为 x mL。



$$\begin{array}{ccc} 3 & & 3-1 \\ x & & 20 \text{ mL} - 10 \text{ mL} \end{array}$$

$$\frac{3}{x} = \frac{3-1}{20 \text{ mL} - 10 \text{ mL}}$$

解得: $x = 15 \text{ mL}$

答: 原混合气体中含 NO 气体 5 mL, NO₂ 气体 15 mL。

〔规范解答〕略。

〔解后反思〕NO、NO₂ 混合气体与 H₂O 反应的计算是有关氮的氧化物计算中最基本的一种。解这类题的关键要抓住只有 NO₂ 与 H₂O 反应这一特点, 并且 NO₂ 与 H₂O 反应前后存在体积差, 解这类题最简捷的方法就是差量法。

【例 2】

〔思路点拨〕本题侧重理解 NO₂ 溶于水, NO₂ 和 O₂ 溶于水作为一个动态过程, 试管中气体体积是随时间而变化的。此题出题角度巧妙, 设计新颖。

(1) 设试管容积为 x mL。通入 O₂ 10 min 时, 共通入 $V(\text{O}_2) = 10 \text{ min} \times 3 \text{ mL/min} = 30 \text{ mL}$, x mL NO₂ 溶于水得 NO $\frac{x}{3}$ mL。通入 O₂ 10 min 后, 气体恰好停留在试管口, 则试管中只能余下 O₂ x mL。由 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 可知, 反应消耗 O₂ 体积为: $\frac{x}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{x}{4}$ 。依题列方程:

$$\therefore \frac{x}{4} + x = 30 \text{ mL}$$

得 $x = 24 \text{ mL}$

(2) 对于作图像题, 首先要看清横、纵坐标的含义, 其次要找出

特殊的点作图, 特殊的点包括起点、终点及根据题意选取中间特殊点。

起点: $t = 0 \text{ min}$ 时, $V = 24 \text{ mL}$ (全为 NO₂ 气体)

中间特殊点, 根据题意, 1 min 后液面不变, 此时气体全为 NO。

$t = 1 \text{ min}$ 时, $V = 8 \text{ mL}$

还有一个特殊点即通 O₂ 与 NO 恰好完全反应, 此时液体充满试管, 但此时通入 O₂ 的时间需计算。

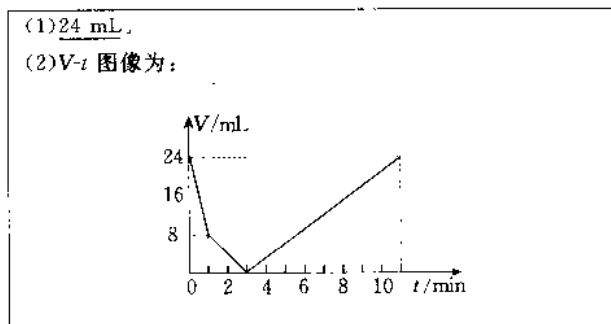
由 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 可知, 8 mL NO 完全反应, 需 O₂ $8 \text{ mL} \times \frac{3}{4} = 6 \text{ mL}$, 则通入 O₂ 时间为 $\frac{6 \text{ mL}}{3 \text{ mL/min}} = 2 \text{ min}$, 此时, $t = 3 \text{ min}$, $V = 0 \text{ mL}$

通入 O₂ 超过 6 mL 后, O₂ 逐渐排出试管中的水, 由题意通入 O₂ 10 min, 水全部排出, 试管内气体全部为 O₂, 其体积为 24 mL, 总时间 $t = 11 \text{ min}$ 。

〔规范解答〕

(1) 24 mL。

(2) $V-t$ 图像为:

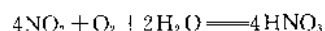


〔解后反思〕本题考查氮的氧化物溶于水及氮的氧化物和 O₂ 的混合气体溶于水的计算。解此类题型应掌握如下知识点:

第一, NO 和 O₂ 混合反应为: $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$

第二, NO₂ 溶于水反应为: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

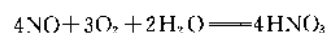
第三, NO₂ 和 O₂ 的混合气体溶于水的反应为:



第四, NO 和 O₂ 同时溶于水的反应为: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$

由于 NO₂ 与 O₂ 的体积比不同时, 反应的剩余的气体也不一样, 我们可以归纳一下。

1. NO 与 O₂ 混合溶于水

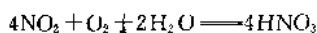


① 当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) = 4 : 3$, NO 与 O₂ 恰好完全反应, 无气体剩余。

② 当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) > 4 : 3$, NO 过量, $V_{\text{余}}(\text{NO}) = V(\text{NO}) - \frac{4}{3}V(\text{O}_2)$

③当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) < 4 : 3$, O_2 过量, $V_{\text{余}}(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) - \frac{4}{3} V(\text{NO})$

2. NO_2 与 O_2 混合溶于水



①当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 4 : 1$, NO_2 与 O_2 恰好完全反应, 无气体剩余

②当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) > 4 : 1$, 余 NO_2 还要与 H_2O 反应生成 NO , 此时剩余气体为 NO , $V_{\text{余}}(\text{NO}) = \frac{1}{3} V_{\text{余}}(\text{NO}_2) = \frac{1}{3} (V(\text{NO}_2) - 4V(\text{O}_2))$

③当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) < 4 : 1$, O_2 过量, $V_{\text{余}}(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) - \frac{1}{4} V(\text{NO}_2)$

3. NO , NO_2 与 O_2 混合溶于水

此时情况更复杂, 但我们可根据 1、2 看出

①当三种气体恰好完全反应时

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{4} V(\text{NO}_2) + \frac{3}{4} V(\text{NO})$$

② $V(\text{O}_2) > [\frac{1}{4} V(\text{NO}_2) + \frac{3}{4} V(\text{NO})]$, O_2 剩余

③ $V(\text{O}_2) < [\frac{1}{4} V(\text{NO}_2) + \frac{3}{4} V(\text{NO})]$, NO 剩余

此类题也可以这样分析, 假设 NO_2 先与水反应, 得到 NO 与 O_2 的混合气体, 然后再根据 1 讨论。

【例 3】

【思路点拨】求物质的量浓度根据公式 $c = \frac{n}{V}$ 可知, 需要明确溶液的溶质及求出其物质的量, 还要求出所得溶液的体积。

$4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 可知两种气体恰好与水完全反应生成 HNO_3 , 混合气体的体积就是溶液的体积, $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NO}_2)$

$$n(\text{NO}_2) = \frac{4V \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{4V \text{ L}}{\frac{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}{4V \text{ L} + V \text{ L}}} = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{1}{28} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

【规范解答】**A** **B** **D**

题型设计与训练

一、选择题(每小题只有一个正确选项)

1. 【解析】一种气体消失, 说明这种气体能全部溶于水, 或者另一种气体体积增大, 看出气体溶于水后与水反应生成另一种气体而消失。HCl 全部溶于水, 但不与水反应, CO_2 不可能体积增大, A 错; SO_2 在水中溶解度 1 : 40, 不能消失, B 错; NO_2 与水作用生成 NO , 符合题意; D 选项不符合题意。

【参考答案】C。

2. 【解析】 NO 与 O_2 相遇即会反应, 且本题求的是反应后容器内氮原子与氧原子个数比, 很多同学在解此题时想求出生成的

NO_2 去求解, 但又发现无法判断 NO 与 O_2 是否恰好完全反应而陷入误区。我们要充分借助守恒思想即化学反应前后原子的种类、数目不变, 只需求出反应前氮原子与氧原子个数比即可。

【参考答案】C。

3. 【解析】气体呈红棕色说明气体中可能含有 NO_2 、 Br_2 。加水后得棕色溶液且气体棕色消失, 可判断气体中一定有 Br_2 , 是否有 NO_2 , 此时无法确定。

打开玻璃片的作用是让瓶内气体与空气接触, 瓶内气体又变成红棕色, 这说明瓶内有 NO 。符合上述现象的原气体中含有的气体有两种可能, 一种可能是 NO 、 Br_2 共存; 另一种可能 NO_2 、 Br_2 共存, NO_2 与水作用生成了 NO 。能够符合题意的选项只有 A。

【参考答案】A。

4. 【解析】用差量法解此题

$$\begin{array}{rcl} 3\text{NO}_2 & \longrightarrow & \text{NO} \quad \Delta V \\ 3 & & 2 \\ x & & (25 - 15 \text{ mL}) \end{array}$$

$$x = 15 \text{ mL}$$

则混合气体中 $V(\text{NO}) = 10 \text{ mL}$, $V(\text{NO}) : V(\text{NO}_2) = 2 : 3$

【参考答案】A。

5. 【解析】 NO 、 O_2 、 H_2O 之间的反应, 先判断是否适量, 若不是适量, 找出剩余的气体, 体积是多少, 最后算出剩余气体的体积占原总体积的分数。

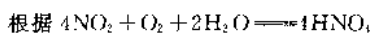
由 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 可知, 等体积混合时, O_2 过量, 余 $\text{O}_2 \frac{1}{4}$ 体积, 原混合气体 2 体积, 余气体为原气体总体积的 $\frac{1}{8}$ 。

此题容易错选 A, 算出剩余 $\text{O}_2 \frac{1}{4}$ 体积后, 没有把剩余的体积换算成原总体积的分数。

【参考答案】C。

6. 【解析】首先要考虑剩余的气体是何种气体, 有两种可能: O_2 或 NO 。

①若剩余气体为 O_2 , 设原总体积为 4 体积, 余气体 1 体积。



$$V(\text{NO}_2) + \frac{1}{4} V(\text{NO}_2) + 1 = 4$$

$$V(\text{NO}_2) = \frac{12}{5}$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{4} \times \frac{12}{5} + 1 = \frac{8}{5}$$

$$V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 3 : 2$$

或者设 NO_2 体积为 x 、 O_2 体积为 y

$$\frac{y - \frac{x}{4}}{x + y} = \frac{1}{4} \quad \frac{x}{y} = \frac{3}{2}$$

②若剩余气体为 NO ,

上述反应中剩余 NO_2 的体积根据 $3\text{NO}_2 \longrightarrow \text{NO}$ 可算出是 3,

$$4V(\text{O}_2) \cdot V(\text{O}_2) + 3 = 4$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{5} \quad V(\text{NO}_2) = \frac{19}{5}$$

$$V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 19 : 1$$

或设 NO_2 体积为 $x-4y$, 根据 $3\text{NO}_2 + \text{NO}$

最后剩余 $\text{NO} \frac{x-4y}{3}$

$$\frac{x-4y}{3} = \frac{1}{4} \quad \frac{x}{y} = \frac{1}{19}$$

【参考答案】A。

7. 【解析】本题是一道无数据计算选择题, 可采用“极端思维”的方法解本题。极端思维就是通过假设, 把研究对象或过程变化推到理想极限情况, 并以所得的极限值与题设情境对比、分析, 从而迅速找到解题捷径。

若混合气体中无 NO , 则发生 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 的反应, 5 mol 混合气转变为 4 mol HNO_3 , 则: $c(\text{HNO}_3) = \frac{4}{5 \times 22.4} \approx \frac{1}{28} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$; 若混合气体中无 NO_2 , 则发生 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 的反应, 7 mol 混合气体转变为 4 mol HNO_3 , 则 $c(\text{HNO}_3) = \frac{4}{7 \times 22.4} = \frac{1}{39.2} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$, 因混合气体中不可能没有 NO_2 或 NO , 因此所得 HNO_3 的物质的量浓度数值范围是 $\frac{1}{39.2} < c < \frac{1}{28}$ 。

【参考答案】C。

二、填空题

8. 【解析】(1) 设 NO_2 的体积为 x 。

$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 体积差

$$\begin{array}{ccc} 3 & 1 & 2 \\ x & & (48-24)\text{mL} \end{array}$$

$$x = 36 \text{ mL}$$

$$V(\text{NO}) = (48-36)\text{mL} = 12 \text{ mL}$$

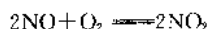
(2) 由 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$

(耗) 8 mL 6 mL

容器内剩余气体为 NO , 体积为: $24 \text{ mL} - 8 \text{ mL} = 16 \text{ mL}$ 。

(3) 由 $4\text{NO} \sim 3\text{O}_2$ 知, 24 mL NO 只需消耗 18 mL 的 O_2 , 所以反应后容器内剩余 O_2 为: $24 \text{ mL} - 18 \text{ mL} = 6 \text{ mL}$ 。

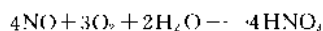
(4) O_2 剩余时



$$\begin{array}{ccc} 2 & 1 & \\ 24 & 12 & \end{array}$$

$$\therefore \text{O}_2 = 12 + 4 = 16$$

NO 剩余时

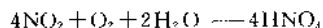


$$\begin{array}{ccc} 4 & 3 & \\ 20 & 15 & \end{array}$$

$$\text{O}_2 = 15 \text{ mL}$$

(5) 由 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$

$$12 \text{ mL} \quad 9 \text{ mL}$$



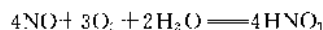
$$36 \text{ mL} \quad 9 \text{ mL}$$

$$V(\text{O}_2) = (9+9)\text{mL} = 18 \text{ mL}$$

可知, 通入 O_2 18 mL, 可使管内气体全部被 H_2O 吸收。

【参考答案】(1) 12 36 (2) 16 (3) 6 (4) 15 或 16 (5) 18

9. 【解析】V mL NO 和 NO_2 和 H_2O 反应后为 NO , 即 A 为 NO 气体 a mL, a mL NO 和 a mL O_2 混合气再通入水发生



$$\begin{array}{ccc} 4 & 3 & \\ a \text{ mL} & a \text{ mL} & \end{array}$$

$$\text{余} \frac{a}{4} \text{ mL O}_2$$

$$\text{即 B 为 O}_2, \frac{a}{4} = 5 \text{ mL}, a = 20 \text{ mL}$$

(3) 设 V mL NO 和 NO_2 中, NO 占 x mL, NO_2 y mL → 产生 $\text{NO} \frac{y}{3} \text{ mL}$

$$\begin{cases} x-y=V \\ x-\frac{y}{3}=20 \end{cases} \Rightarrow V = \frac{2}{3}y + 20, \text{ 又知 NO}_2 \text{ 的体积 } 0 < y < 60, \text{ 所以 } 20 < V < 60$$

【参考答案】(1) NO, O_2 (2) 20 (3) $20 < V < 60$

10. 【解析】由再充入氧气, 水进入试管可知, 第一次余下的气体为 NO 和 N_2 。由 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 可知, 只要反应发生, NO 体积一定要减少。而根据题意第一次剩余 10 mL 气体, 再通入 O_2 后, 余气体体积还是 10 mL 没有变化, 所以第二次剩余气体一定是 O_2, N_2 。第二次通入 O_2 后, 反应掉气体总体积 3.5 mL, $4\text{NO} \sim 3\text{O}_2 \quad V(\text{O}_2) = 3.5 \text{ mL} \times \frac{3}{4} = 1.5 \text{ mL}$, 余 $V(\text{O}_2) = 3.5 \text{ mL} - 1.5 \text{ mL} = 2 \text{ mL}$, $V(\text{N}_2) = 10 \text{ mL} - 2 \text{ mL} = 8 \text{ mL}$ 。

【参考答案】(1) N_2, NO 再次充入氧气, 水又进入试管

(2) N_2, O_2 再次充入氧气后气体体积无变化

(3) $\text{N}_2: 8 \text{ mL} \quad \text{O}_2: 2 \text{ mL}$

11. 【解析】一辆以汽油为燃料的汽车有几个地方排出污染物, 其中最主要的是尾部排出的废气。废气中主要含 CO, NO , 及碳氢化合物。 CO 是汽油不完全燃烧的产物, NO 是汽油爆裂时, 进入的空气中氮和氧化合而成。碳氢化合物中含有烷烃、烯烃和芳烃、醛等, 有的是汽油原有成分, 有的是氧化产物。让学生明确汽车尾气成分有利于认识尾气对环境的污染, 有利于治理汽车尾气。大城市中汽车多, 大气中 NO 含量较高这是因为, 汽车引擎在工作时产生高温高压使之发生如下反应: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温高压}} 2\text{NO}$, 矿物油中硫在燃烧过程中产生 SO_2 , 不完全燃烧产生 CO , 治理方法是在汽车排气管上装一个用铂、钯合金作的“催化转化器”, 使之发生反应, NO 与 CO 反应生成 O_2 和 CO_2 , SO_2 催化氧化为 SO_3 。控制城市空气污染的根本方法是植树但在城市中无法造林, 开发无污染的氢能源, 减少煤和石油的使用等。

【参考答案】(1) $2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2 \quad 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$

(2) SO_2 转化为 SO_3 , 产生硫酸酸雾

(3)bce

12. [解析]有关气体成分的推断题解题思路是通过实验现象确定一定有或一定无哪些气体,还可根据一定存在的气体,利用“不共存”确定哪些气体一定不存在,根据实验现象无法确定的气体则可能存在。

由无色气体可知无 NO_2 ,通过浓 H_2SO_4 洗气瓶气体体积减少一半,说明一定有 NH_3 且其体积为 50 mL,由于 HCl 与 NH_3 不共存,原气体中一定无 HCl 。通过球形干燥管后气体呈红棕色可知这是 NO 被 O_2 氧化而得,则原气体中一定有 NO ,由于 O_2 与 NO 不共存,原气体中一定无 O_2 ,此时 O_2 一定来自气体与干燥剂的作用,由此可确定原气体中还有 CO_2 ,干燥剂为 Na_2O_2 。最后试管内充满液体,则原气体中无 N_2 和 H_2 。则原混合气体由 50 mL NH_3 、 NO 和 CO_2 组成,且 CO_2 和 NO 总体积为 50 mL。由于水充满试管,则 $4\text{NO} \sim 3\text{O}_2$,而 O_2 来自于 $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$,则 $4\text{NO} \sim 6\text{CO}_2$

$$V(\text{NO}) = 50 \text{ mL} \times \frac{2}{5} = 20 \text{ mL} \quad V(\text{CO}_2) = 30 \text{ mL}$$

[参考答案](1) Na_2O_2



(2) NH_3 、 CO_2 、 NO ; 50 mL、30 mL、20 mL

(3) O_2 、 HCl 、 NO_2 、 H_2 、 N_2 ; 无色气体,则无 NO_2 ,又无 NO 和

O_2 反应,故无 O_2 ,因为 NH_3 与 HCl 反应,则无 HCl ,又试管内无气体剩余,故无 H_2 、 N_2 。

三、计算题

13. [解析](1)假设原来的 NO 的体积为 x ,因为 NO 吸收 O_2 会迅速和 H_2O 反应,导致气体体积减少,所以,最后试管内的液面能够恢复到原来的位置,只可能是 O_2 过量。根据反应 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 有:

$$21 \text{ mL} - x \times \frac{3}{4} = x$$

则 $x = 12 \text{ mL}$

(2)如(1)中分析,最后试管内的液面恢复到原位置, NO 过量,根据反应 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 有:

设原来的 O_2 体积为 x

$$21 \text{ mL} - \frac{4}{3}x = x \quad x = 9 \text{ mL}$$

(3)如(1)中分析, NO_2 过量,余下的气体为 NO ,设原来 O_2 的体积为 x



$$(21 \text{ mL} - 4x) \times \frac{1}{3} = x \quad x = 3 \text{ mL}$$

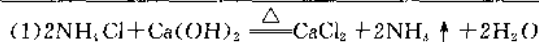
同步训练 3 铵盐(1)

例题

[例 1]

[思路点拨]此题的课本原形为氯化氢和氨气的喷泉实验。原理是利用烧瓶内的气体极易溶于烧杯中的液体,当挤压滴管使滴管内液体进入烧瓶后,气体的溶解导致烧瓶内压强减小,其压强远远小于外界大气压,形成了较大的压强差,从而形成了喷泉。此实验的关键也是装置的气密性和操作过程。气密性不好时不可能形成压强差,操作顺序中不规范,喷泉形成的原理不好解释。如果图 I 操作时,挤压滴管里的水,就不能证明是气体溶于滴管里的水后导致压强减小,只有先打开止水夹,无现象,挤压滴管中的水后,迅速产生压强差,并形成喷泉。图 II 的操作目的是没有滴管引发的前提下产生压强差,那么就要想办法使氨气接触到烧杯中的水,要使氨气接触水,有两种办法,一是让氨气通过导管下来,这就需要增大烧瓶内的压强;二是让水上去,这就需要减少烧瓶内的压强。其原理还是要形成烧瓶内外较大的压强差,使氨气接触到水,使其气体迅速溶解导致压强差,产生喷泉。

[规范解答]



(2) 向下排空气 碱石灰

(3) 打开止水夹,挤压滴管中的水

氨气极易溶于水,致使烧瓶内气体压强迅速减小

(4) 打开止水夹,用热毛巾将烧瓶捂热,氨气受热膨胀,赶出玻璃导管内的空气,氨气与水接触,即发生喷泉。

[解后反思]喷泉是一种宏观的液体喷涌现象,其成因有四个:

①有待喷的液体;②有喷起的液体的接纳空间;③待喷的液体与喷起的液体之间有顺畅的通道;④待喷的液体与喷起的液体的接纳空间之间有足够大的压力差。

喷泉现象有天然的,也有人工的。就实验室里的喷泉而言,喷起的液体的接纳空间压力变小的主要而又明确的原因有:①气体的温度一定,物质的量因气体溶解而减小;②气体的物质的量一定,温度降低;③气体温度降低同时气体物质的量减小。

[例 2]

[思路点拨]设烧瓶的容积为 $V \text{ L}$, $V \text{ L}$ NH_3 全部溶于水,形成溶液的体积为 $V \text{ L}$ 。 $V \text{ L}$ 的 NO_2 完全反应后,生成了 $\frac{1}{3}V \text{ L}$ 的 NO 气体,形成的溶液的体积为 $\frac{2}{3}V \text{ L}$ 。从 N 原子守恒角度分析,也有 $\frac{2}{3}V \text{ L}$ NO_2 转化生成溶质 HNO_3 。

假设均为标准状况下,则氨水的浓度为

$$c_1 = \frac{\frac{V \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}}{V \text{ L}} = \frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

HNO_3 溶液的浓度为

$$c_2 = \frac{\frac{\frac{2}{3}V \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}}{\frac{2}{3}V \text{ L}} = \frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

所以两溶液的物质的量浓度相等。

〔规范解答〕A B D

〔解后反思〕解决这类问题可从物质的量浓度计算出发,根据题意先确定所得溶液中溶质的物质的量和溶液的体积,再计算出物质的量浓度。但题中一般没有具体的数值,而且关系比较复杂,所以把握好其中的两大关系是解题的关键:1. 容器中的气体和所得溶液溶质的关系;2. 溶质气体(或生成溶质的气体)体积和溶液体积的关系。

〔例 3〕

〔思路点拨〕氨水的密度比水小,且随着浓度的增大密度反而减小。本题可分二步考虑,若等质量混合时,所得溶液的质量分数为 12.5%,而等体积混合时,氨水的质量小于水的质量,故所得溶液的质量分数小于 12.5%。本题正确选项为 C。

〔规范解答〕A B D

〔解后反思〕两种溶液混合后有关浓度的计算:

密度大于 1 g/cm^3 的溶液(如硫酸等),密度随浓度的增大而增大,等体积混合后溶液的质量分数应大于二者质量分数之和的一半。

密度小于 1 g/cm^3 的溶液(如氨水、乙醇等),密度随浓度的增大而减小,等体积混合的溶液的质量分数应小于二者质量分数之和的一半。

〔例 4〕

〔思路点拨〕高中化学涉及的红色溶液有品红、酸的石蕊溶液、碱的酚酞溶液、 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 溶液,装置中有气球可将 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 排除。

(1)中红色溶液随升温而颜色变浅,排除品红的可能,酸与石蕊的可能,只能是碱与酚酞。且随升温而碱性减弱,只能是稀氨水的酚酞溶液。

(2)中加热得红色,冷却为无色,说明某物质受热变化,由品红褪色的现象可以很好的符合。

〔规范解答〕

(1)稀氨水和酚酞 稀氨水中的 NH_3 逸出,所以溶液的颜色变浅

(2)溶有 SO_2 的品红溶液 SO_2 气体逸出,品红恢复红色

〔解后反思〕由于本题是由现象判断物质,逆向思维、发散思维考查的意味很足。本题的突破点一是对常见的红色溶液要熟悉,二是要理解好“加热”、“冷却”溶液颜色的变化是由于“加热”时气体的逸出,“冷却”时气体的溶解而导致的。

〔例 5〕

〔思路点拨〕对比 HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 分子中 $\text{H}-\text{X}$ 极性键强弱,卤素中非金属性越强、键的极性越强是对的。以极性键结合的双原子分子,一定是极性分子,但以极性键结合成的多原子分子,

也可能是非极性分子。如 CO_2 分子中,两个 $\text{C}=\text{O}$ 键(极性键)对称排列的,两键的极性互相抵消,所以 CO_2 是非极性分子。

A_2B 型如 H_2O 、 H_2S 等, AB_2 型如 CO_2 、 CS_2 等,判断其是否是极性分子的根据是必有极性键且电荷分布不对称。 CO_2 、 CS_2 为直线型,键角 180° ,电荷分布对称为非极性分子。

多原子分子,其电荷分布对称,这样的非极性分子中可以含有极性键。

〔规范解答〕A B C

〔解后反思〕分子极性的判断规律:

- 单质均为非极性分子。
- 双原子分子:键的极性与分子极性一致。
- 多原子分子:结构对称为非极性分子;结构不对称为极性分子。

分子种类 与代表物	键的极性	分子形状	分子的极性
双原子分子	Cl_2 N_2 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 、 $\text{N}\equiv\text{N}$ 非极性键	直线	非极性分子
	HF HCl $\text{H}-\text{F}$ 、 $\text{H}-\text{Cl}$ 极性键	直线	极性分子
多原子分子	CO_2 CS_2 $\text{C}=\text{O}$ 、 $\text{C}=\text{S}$ 极性键	直线、对称 键角 180°	非极性分子
	H_2O $\text{H}-\text{O}$ 极性键	折线型 键角 $104^\circ 30'$ 不对称	极性分子
	CH_4 CCl_4 $\text{C}-\text{H}$ $\text{C}-\text{Cl}$ 极性键	正四面体 键角 $109^\circ 28'$	非极性分子

键的极性与分子的极性之间的相互关系。

①这里的极性的含意均是电的极性,即一端带正电,一端带负电

②键的极性是分子的极性根源,但并非一致。

③键的极性的判断:共用电子对是否在中央。

④在双原子分子里,键的极性和分子的极性是统一的。

⑤非极性分子其键不一定就是非极性键。

⑥分子是否有极性,决定了该分子的组成和分子中各键的空间排列(或整个分子电荷分布的对称性)。

题型设计与训练

一、选择题(每小题只有一个正确选项)

1.〔解析〕氨气溶于水形成氨水,成分复杂,可表示成 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$,所以由元素守恒知 NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4^+ 共 0.1 mol

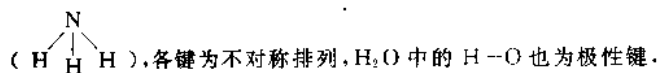
〔参考答案〕D。

2.〔解析〕见例 2

〔参考答案〕A。

3.〔解析〕如果从整个分子看,电荷分布不对称,则这样的分子为极性分子。所以分子的极性与键的极性和分子中各键的空间排列都有关系。

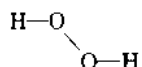
如 B 中的 NH_3 , 其 N—H 为极性键, 而分子构型为三角锥形



分子构型为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 为不对称排列, 所以它们都是由极性键构成的极性分子。

〔参考答案〕B。

4. 〔解析〕许多非极性分子是多原子分子如 CH_4 、 BF_3 、 CO_2 等, A 错。非极性分子不一定含非极性键, 如 CH_4 、 BF_3 、 CO_2 都是含极性键的非极性分子, B 错。只含非极性键的分子, 一定是非极性分子, C 正确, 因为分子的极性是由键的极性产生的。共价化合物中含有极性键, 但也可以有非极性键。如 H_2O_2 其结构式为



〔参考答案〕C。

5. 〔解析〕能共存的气体指的是彼此之间不发生反应, A 中 O_2 与 NO 不共存, B 中 NH_3 与 HCl 不共存, D 中 HI 与 Cl_2 不共存。C 中各气体通常情况下不反应可共存。C 中有同学会误认为 N_2 与 O_2 不共存, 这是由于忽视了 N_2 与 O_2 化合时的条件是放电。

〔参考答案〕C。

6. 〔解析〕 NH_3 中 N 元素化合价为 -3 价, 是最低价态, N 元素参与氧化还原反应时, NH_3 一定做还原剂, 如 B、C。D 中有 H_2 生成, H 元素化合价发生改变, 反应实质是 NH_3 中 +1 价 H 与 NaH 中 -1 价 H 发生了归中反应, NH_3 此时显示氧化性。

〔参考答案〕D。

7. 〔解析〕 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是弱电解质, 在水溶液中存在下列电离平衡: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, 因为只有极少部分的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离, 使溶液中 OH^- 浓度很小, 所以氨水溶液呈碱性。

〔参考答案〕C。

8. 〔解析〕在喷泉实验中减小内压的途径有两种: 气体溶于液体成气体与液体反应。因此能够形成喷泉的是 A、B 和 D。但 $3\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 反应后还有 NO 气体, 因此液体不能充满烧瓶。

〔参考答案〕BD。

9. 〔解析〕混合气体通过澄清石灰水无浑浊现象, 可能是气体中无 CO_2 , 也可能 CO_2 和 HCl 都存在。氢氧化钡溶液有浑浊, 说明有 CO_2 气体, 则也一定有 HCl 。灼热氧化铜变红和无水硫酸铜变蓝说明气体中一定有 H_2 、 CO 、 NH_3 。水蒸气是否存在无法判断。

注意: 虽然 CO 、 NH_3 能还原氧化铜而出现变红色现象, 但检验 CO 的存在还需通过产物 CO_2 的存在来证明, 检验 NH_3 的存在需通过产物 N_2 来证明, 而题中无相关现象, 所以无法确定是否有 CO 和 NH_3 。

虽然水蒸气能使无水硫酸铜变蓝, 但实验中先通过浓硫酸, 如果有水蒸气已被吸收掉。实验最后无水 CuSO_4 变蓝, 只能是由于反应中生成了水, 进而推出有 H_2 。

因此在检验气体的过程中, 气体通过试剂的先后对实验结果

有很大影响, 这是值得我们注意的。

〔参考答案〕A。

10. 〔解析〕烟是由于固体颗粒悬浮在气体中而产生的现象。要有白烟生成, 酸必须有挥发性, C 正确。

〔参考答案〕C。

二、填空题

11. 〔解析〕本题的知识点较多, 要注意以下几方面: ①氨的分子结构是不对称的, 氨的电子式中有一对孤对电子, ②氨气和水反应的离子方程式要用可逆号 ($\rightleftharpoons$), 氨水不稳定, 受热有氨逸出, ③氨水的溶质的质量分数, 由溶质氨气标准状态下的体积, 通过物质的量, 换算成氨气的质量, 溶液是氨气和水的质量之和。物质的量浓度, 溶液的体积要通过密度求出, 特别要提醒的是, 计算结果是毫升, 再除 1000 得到体积单位是升。

有学生认为氨水的溶质的质量分数计算结果是 61.4%, 错误的原因是把氨水中的溶质误认为是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

计算①氨水中含有溶质 NH_3 的质量是: $\frac{560 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 425 \text{ g}$ 氨水溶液质量是 $1000 \text{ mL} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 425 \text{ g} = 1425 \text{ g}$

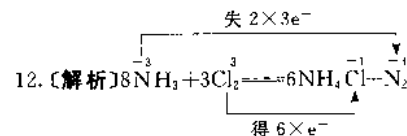
氨水的溶质的质量分数是: $\frac{425}{1425} \times 100\% = 29.82\%$

②氨水的物质的量浓度: 氨气的物质的量 $560 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 25 \text{ mol}$

氨水的体积: $\frac{1425 \text{ g}}{0.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}} = 1.583 \text{ L}$

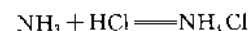
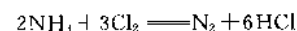
氨水的物质的量浓度为: $\frac{25 \text{ mol}}{1.583 \text{ L}} = 15.79 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

〔参考答案〕 $\text{H} \times \text{N} \times \text{H}$; 三角锥形; 锥顶; 锥底。无; 刺激性; 极易; $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 或 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; NH_4^+ ; H^+ ; OH^- ; 29.82%; 15.79 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。



氧化剂是 Cl_2 , N_2 是氧化物。从方程式可以看出, 8 mol NH_3 参与反应时, 2 mol NH_3 被氧化, 6 mol NH_3 发生非氧化还原反应生成 NH_4Cl 。被氧化的 NH_3 与 N_2 的物质的量比为 2 : 1, 所以 3 mol N_2 生成, 被氧化的 NH_3 6 mol。浓氨水与 Cl_2 靠近由于 NH_4Cl 的生成会有白烟现象。

注: 上述反应就可看成是下面两步反应的总反应:



〔参考答案〕 Cl_2 N_2 6 白烟

13. 〔解析〕此题的突破口是 C 原子最外层电子数是次外层电子数的 2 倍, C 最外层应有 4 个电子, C 原子核外电子 2、4 结构, C

是碳。又C原子最外层电子数比B原子少2个,B为氧。A、B单质以2:1化合,且生成物是液体,常见的是水,A原子最外层1个电子,确认A是H。D最外层1个电子,单质能与水激烈反应生成 H_2 ,原子序数小于18,符合这些条件的D是Na。之后的一些现象可进一步确认钠元素。

【参考答案】(1)H O C Na

(2) CO_2 $\ddot{O}::C::\ddot{O}$ $O=C=O$ 极性 非极性 直线

(3) $Na^+ [:\ddot{O}::\ddot{O}:]^- Na$ 离子键与非极性键

(4) $NaHCO_3$

三、实验题

14.【解析】由反应装置和相关的物质可以判断,此实验主要发生的反应是氨的催化氧化反应。其方程式为 $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\Delta]{Pt} 4NO + 6H_2O$ 铂丝红热说明此反应是放热反应。有时看不到红棕色气体,而是白烟,是由于上述反应的生成物NO会被锥形瓶上部空间中的氧气氧化生成 NO_2 , NO_2 又与水蒸气结合而生成 HNO_3 蒸气,遇到挥发出来的 NH_3 又结合生成 NH_4NO_3 固体小颗粒。

此题基于教材中氨的催化氧化这一反应,但教材中没有相关的演示实验,我们可以根据题中的情景加以推理。本实验题设计的巧妙之处在于把 NH_3 与前面所学的氮的氧化物的知识结合起来,综合性强。尤其是最后(4)中的白烟现象,学生容易出现无从入手分析的情况。原因是没有抓住“烟”这一现象产生的原因:固体小颗粒悬浮在气体中而产生。实验中有氨气,我们可联想到挥发性的酸,在此题的条件下只能是 HNO_3 ,后面的一系列问题就都可解决了。

【参考答案】(1)氨的催化氧化

(2)放热

(3) $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\Delta]{Pt} 4NO + 6H_2O$

(4)氨催化氧化生成的NO被空气氧化得 NO_2 , NO_2 与水蒸气反应生成 HNO_3 气体, HNO_3 气体与 NH_3 在空中相遇生成 NH_4NO_3 固体小颗粒,悬浮在气体中而形成白烟。

四、计算题

15.【解析】此题已知 NO_2 与 NH_3 混合气体的总体积20 mL,无法直接明确 NO_2 与 NH_3 是否恰好完全反应,属于过量计算。设参加反应的 NO_2 的体积为x



6 8

x $\frac{4}{3}x$

$$\frac{4}{3}x + x = 20 \text{ mL}$$

x=6 mL

参加反应的 NO_2 6 mL, NH_3 8 mL

还剩余 $20 \text{ mL} - (6 \text{ mL} + 8 \text{ mL}) = 6 \text{ mL}$,所以原混合气体一定有一种成分过量。

若 NO_2 过量; NO_2 体积为 $6 \text{ mL} + 6 \text{ mL} = 12 \text{ mL}$

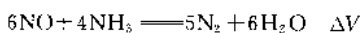
NH_3 体积为 8 mL

若 NH_3 过量; NO_2 体积为 6 mL

NH_3 体积为 $8 \text{ mL} + 6 \text{ mL} = 14 \text{ mL}$

此时 $V(NO_2) : V(NH_3) = 3 : 7$

第(3)问与题干中的叙述是相似的,还是已知了混合气体,因此还是要判断过量,又由于已知了反应后混合气体的总体积,所以可以用差量法判断过量。



6 4 5 6 1

6 mL 4 mL 17 mL - 16 mL

若NO过量;NO体积为 $16 \text{ mL} - 4 \text{ mL} = 12 \text{ mL}$

NH_3 体积为 4 mL

若 NH_3 过量;NO 体积为 6 mL

NH_3 体积为 10 mL

$\therefore n(NO) : n(NH_3) = 3 : 1$ 或 $n(NO) : n(NH_3) = 3 : 5$

【参考答案】(1)12 mL或6 mL (2)3:7 (3)3:1或3:5

同步训练 4 铵盐(2)

名题举例

【例1】

【思路点拨】 NH_4Cl 受热可产生 NH_3 和 HCl ,但两者遇冷会重新凝结产生 NH_4Cl ,过程中还有可能出现堵塞导管的情况,因此不能用A的方法制取氨气;C中试管口未向下倾斜会导致试管遇冷而破裂。浓氨水受热产生氨气和水蒸气,通过碱石灰吸收水蒸气后即得干燥的 NH_3 ,所以D正确。浓氨水滴入氧化钙固体中,会发生 $CaO + NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + NH_3 \uparrow$,故可用B的方式制取氨气。

【规范解答】 ☒ A ☐ B ☐ C ☒ D

【解后反思】实验室制取氨气的不同方法,因所用药品不同而使实验装置也有区别。实验室制取氨气的常用方法有如下三种:①铵盐与碱加热制取氨气,常用 NH_4Cl 与 $Ca(OH)_2$ 固体加热,试管口向下倾斜。②在浓氨水中加碱(或 CaO),因为在氨水中存在下列平衡: $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$,加入碱后平衡向左移动,而强碱或 CaO 溶于水放热促进氨水中 NH_3 的挥发,且 CaO 结合氨水溶液中的水,使溶剂减少,从而使 NH_3 挥