

新课程

解题方法



CHAOJIBAODIAN

超级宝典

掌握一种解题方法

比做一百道题更重要



山西教育出版社

主编 杨瑞光

高二年级化学

跋涉书山，**方法**助你事半功倍——
畅游题海，**方法**为你指点迷津——

拥有方法，

你便拥有了智慧、理性、自信与成功!!!



新课程

**解题
方法**

超级宝典

责任编辑◎彭琼梅
复 审◎王佩琼
终 审◎张金柱
装帧设计◎王耀斌
印装监制◎贾永胜

ISBN 978-7-5440-2379-5



9 787544 023795 >

定价：29.00 元



新课程

解题方法

超级宝典

XINKECHENGJIETIFANGFACHAOJIBAODIAN

高二年级 化学

主 编 杨瑞光
本册主编 时利民
编 者 刘艳萍 常守信 董家才 霍 铭
薛爱英 赵祁红 范宏俐 刘 玮
张春月 孔 莉 时利民

山西教育出版社



图书在版编目 (C I P) 数据

新课程解题方法超级宝典. 高中二年级化学/杨瑞光主编. —太原:
山西教育出版社, 2006. 9 (2007. 6 重印)

ISBN 978-7-5440-2379-5

I. 新… II. 杨… III. 数学课—初中—解题 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 043944 号

新课程解题方法超级宝典·高中二年级化学

责任编辑 彭琼梅

复 审 张沛泓

终 审 张金柱

装帧设计 王耀斌

印装监制 贾永胜

出版发行 山西出版集团·山西教育出版社 (太原市水西门街馒头巷7号)

印 装 太原市众一彩印有限公司

开 本 787×960 1/16

印 张 23.75

字 数 502 千字

版 次 2007 年 6 月第 2 版 2007 年 6 月山西第 1 次印刷

印 数 1—5000 册

书 号 ISBN 978-7-5440-2379-5

定 价 29.00 元

出版宣言

我们的口号：掌握 1 种解
题方法比做 100 道题更重要！

方法是什么？

方法是攀登顶峰时你选择的最佳路径；方法是茫茫大海上引你前行的点点白帆；方法是身陷困境后突然伸出的一只援手；方法是无边沙漠中远处传来的声声驼铃；方法是皓首穷经后的会心一笑；方法是苦思冥想中的恍然大悟；方法是百思千转而获得的关键“巧解”；方法是眉头紧皱涌上心间的锦囊“妙计”……

方法是举一反三，以一当十；方法是以勤补拙，触类旁通；方法是科学高效，事半功倍；方法是以平常的付出，考出能够上北大清华的成绩。方法是你做过三道同类题后的驾轻就熟；方法是你遇到似曾相识时的推己及彼；方法是你拨

开杂芜透过现象看到的本质；

方法是你题海泛舟得到秘
诀和启迪的片刻轻松

……

正是基于这样的
认识，我们在

全国范围内约请一批富有经验的知名学科老师，从现有教材尤其是新课标教材所呈现的理念内容，知识体系中，从全国数以百计的各类考试状元、竞赛获奖者的学习经验和总结提炼中，从每位老师各自数十年的教学实践和体会感受中，提纯归纳、总结升华、探索规律、凝炼方法，精心编写了这一套“新课程解题方法超级宝典”系列丛书，意在为广大中小學生提供最优质的材料、最精当的训练、最科学的思路、最实用的方法，意在使你付出一倍的汗水，取得十倍的喜悦，花同样的心血，收获骄人的成绩。

这是我们的一种理想，一种孜孜不倦的追求。究竟能实现多少，还有待广大师生试用检验。**你的建议和意见（书末附有专纸奉候）**，我们将视为珍宝，并将在以后的修订中进一步吸收消化，完善提高。你的关注和参与，将会给我们带来新的希望和动力。在你成长求知的过程中，愿我们的这本书能成为你学习路上的好伙伴，在你实现人生理想的奋斗中，愿我们的这本书能为你留下一段值得回味的美好记忆。

编委会



上篇 基础知识

◎第一章 氮族元素	(1)
第一节 氮和磷	(1)
第二节 氨 铵盐	(11)
第三节 硝酸	(19)
第四节 氧化还原反应方程式的配平	(26)
第五节 有关化学方程式的计算	(33)
氮族元素综合测试题	(39)
◎第二章 化学平衡	(42)
第一节 化学反应速率	(43)
第二节 化学平衡	(52)
第三节 影响化学平衡的条件	(61)
第四节 合成氨条件的选择	(72)
化学反应速率和化学平衡综合测试题	(79)
◎第三章 电离平衡	(82)
第一节 电离平衡	(82)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(89)
第三节 盐类的水解	(97)
第四节 酸碱中和滴定	(105)
电离平衡综合测试题	(111)

◎第四章 几种重要的金属	(116)
第一节 镁和铝	(116)
第二节 铁和铁的化合物	(124)
第三节 金属的冶炼	(132)
第四节 原电池原理及其应用	(137)
几种重要的金属综合测试题	(145)
◎第五章 烃	(149)
第一节 甲烷	(149)
第二节 烷烃	(155)
第三节 乙烯 烯烃	(160)
第四节 乙炔 炔烃	(171)
第五节 苯 芳香烃	(179)
第六节 石油的分馏	(188)
烃综合测试题	(194)
◎第六章 烃的衍生物	(198)
第一节 溴乙烷 卤代烃	(198)
第二节 乙醇 醇类	(209)
第三节 有机物分子式和结构式的确定	(222)
第四节 苯酚	(228)
第五节 乙醛 醛类	(237)
第六节 乙酸 羧酸	(247)
烃的衍生物综合测试题	(261)
◎第七章 糖类 油脂 蛋白质——人类重要的营养物质	(265)
第一节 葡萄糖 蔗糖	(265)
第二节 淀粉 纤维素	(271)
第三节 油脂	(277)
第四节 蛋白质	(283)

糖类、油脂、蛋白质综合测试题	(289)
----------------------	-------

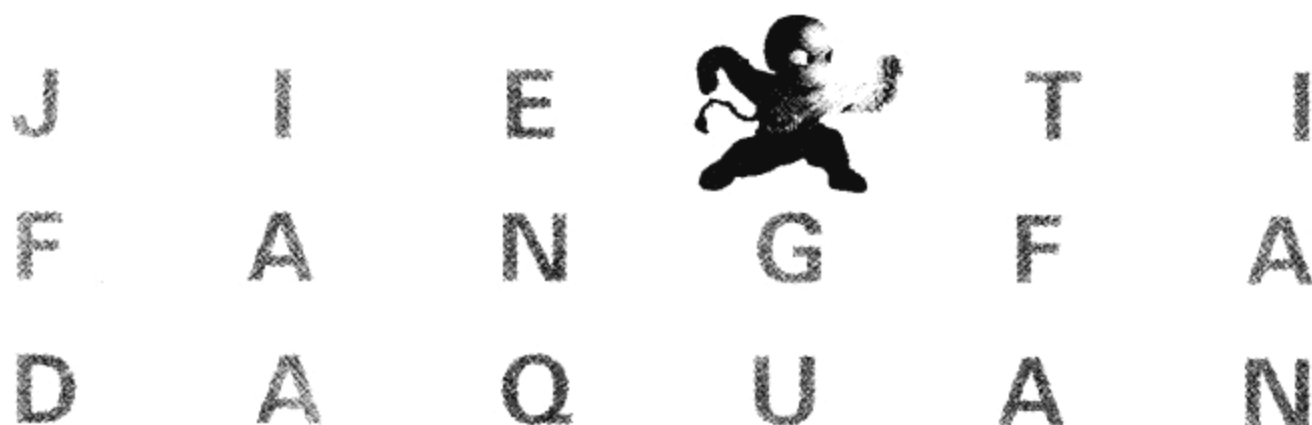
◎第八章 合成材料	(292)
-----------------	-------

第一节 有机高分子化合物简介	(292)
----------------------	-------

第二节 合成材料	(297)
----------------	-------

第三节 新型有机高分子材料	(306)
---------------------	-------

合成材料综合测试题	(314)
-----------------	-------



下篇 解题技巧

第一单元 十字交叉法	(316)
------------------	-------

第二单元 守恒法	(322)
----------------	-------

第三单元 设“1”法	(336)
------------------	-------

第四单元 图象分析法	(339)
------------------	-------

第五单元 关系式法	(345)
-----------------	-------

第六单元 极限法	(353)
----------------	-------

第七单元 平均值法	(358)
-----------------	-------

第八单元 估算法	(364)
----------------	-------

第九单元 差量法	(369)
----------------	-------



第一章 氮族元素

本章内容分为三部分,第一部分是运用物质结构和元素周期律的知识讨论氮族元素的通性及其性质变化规律,并介绍氮族元素的单质和有关化合物的知识,包括章引言以及第一、二、三节;第二部分是介绍氧化还原反应方程式的配平方法及技巧,包括第四节;第三部分是介绍有关化学方程式的计算方法中的“过量计算”和“关系式法”,包括第五节。

在本章学习过程中,要理解氮族元素及其单质和化合物在性质上的相似性和递变规律,应充分注意一些重要单质及化合物的典型结构、性质和制法,加强与环境、科技、社会和生活实际的联系与应用,理解氧化还原反应方程式配平的基本思维方法和技巧,掌握“过量计算”和“关系式法”等计算方法的原理和步骤。

本章涉及的思维方法有:比较和论证,分析和综合,推理和想象。主要思维形式有:逻辑思维和形象思维,正向思维和逆向思维,统摄思维和创造性思维。

第一节 氮和磷

破译解题方法



解题必备知识(一)

1. 氮族元素最高价氧化物对应的水化物的通式有两个:即 HRO_3 与 H_3RO_4 。氮与磷是植物营养元素,它们的可溶性盐是植物的肥料(如硝酸铵和磷酸二氢钙)。
2. 认识氮气的“稳”、“难”、“能”。氮气分子中存在氮氮三键,键能大,分子结构稳定,化学性质不活泼,通常情况下,氮气很难与其他物质发生化学反应,但在特定条件下,就能与一些物质发生反应。
3. NO 、 NO_2 、 N_2O_4 都不是酸性氧化物,都属于不成盐氧化物。 NO 在空气中不能存在, NO_2 不能用排水法收集。 NO_2 是造成光化学烟雾的主要因素。没有纯净的 NO_2 ,因 NO_2 总是与 N_2O_4 共同存在。
4. 氮的氧化物溶于水的计算

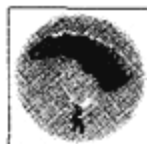


(1) NO_2 或 NO_2 与 N_2 (非氧气) 的混合物溶于水时, 可依据: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 利用气体体积变化差值进行计算。

(2) 当 NO_2 和 O_2 混合气体溶于水时, 依据 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 进行计算。

(3) 当 NO 和 O_2 同时通入水中时, 依据 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 进行计算。

典例精析



例 1 通常情况下, 氮气没有磷单质活泼, 其本质原因是 ()

A. 常温下氮气是气体而红磷和白磷是固体

B. 原子半径 $P > N$

C. 氮分子中氮原子间有三个共价键, 键能大

D. 磷元素比氮元素的相对原子质量大

思维过程

思路 结构决定性质。非金属单质是由分子组成的, 所以单质的活泼性比较应从分子结构方面进行推理分析。决定单质分子活泼性的因素有: 分子中两个原子间形成共价键的数目、键能和键长等, 而不应是组成分子的原子个数或相对原子质量的大小。

解法 1 非金属单质的活泼性由其分子结构的稳定性决定, 氮分子中氮原子间有三个共价键, 即氮氮三键, 键能很大, 氮分子结构很稳定, 所以通常情况下, 氮气没有磷单质活泼, 选 C。

解法 2 非金属单质的活泼性是由分子结构决定的。而本题四个备选项中只有选项 C 是叙述分子结构的, 所以选项 C 符合题意。

答案 C

思维迁移

元素的性质与单质分子的性质是不相同的, 元素的性质应由原子结构决定, 而分子(单质)的性质应由分子结构决定。对于氮和磷, 元素的非金属性是氮比磷强, 而单质的活泼性应是磷单质大于 N_2 , 二者恰好相反。

解法 2 采用逆向思维方法, 从四个备选项中直接筛选符合题意的选项, 这也是较常用的解题方法之一, 并且迅速准确。

思维变式

三氟化氮(NF_3)是一种无色无味的气体, 它是由氨(N_3)和氟(F_2)在一定条件下直接反应得到的: $4\text{NH}_3 + 3\text{F}_2 = \text{NF}_3 + 3\text{NH}_4\text{F}$, 下列有关 NF_3 的叙述正确的是 ()

A. NF_3 是离子化合物

B. NF_3 的还原性比 NH_3 强

C. NF_3 的氧化性比 F_2 强

D. NF_3 中的 N 呈 +3 价

答案 D

提示 NF_3 属共价化合物, 且 F 的非金属性强于 N, 故 N 呈 +3 价。在上述反应中 NF_3 既是氧化产物又是还原产物, 氧化性小于氧化剂 F_2 , 还原性小于还原剂 NH_3 。

例 2 砷为第四周期 V A 族元素, 根据其在周期表中的位置推测, 砷不可能具有的性质是 ()

A. 砷在通常状况下是固体

B. 可以有 -3、+3、+5 等多种化合价

C. As_2O_5 对应水化物的酸性比 H_3PO_4 弱

D. 砷的还原性比磷弱



思维过程

思路 以 N、P 及其相应化合物知识为基础,根据同一主族元素及其化合物的相似性和递变规律进行判断。

解析 由于 As 与 N、P 同主族, N_2 为气体,磷单质为固体,根据同主族元素性质和单质性质递变规律推测砷单质在通常状况下应为固体,故 A 正确;由于 N 元素有 -3、+3、+5 等化合价,根据同主族元素性质的相似性,可推知 As 也可以有 -3、+3、+5 等多种化合价,故 B 也正确; As_2O_5 对应的水化物为 H_3AsO_4 ,根据主族元素最高价含氧酸递变规律可知,酸性强弱应为: $H_3AsO_4 < H_3PO_4 < HNO_3$,故 C 也正确;砷在磷的下一周期,砷的失电子能力应比磷的强,故 D 不正确。

答案 D

思维迁移

同一主族元素,从上到下,元素的非金属性逐渐减弱,最高价含氧酸的酸性逐渐减弱,一般单质的聚集状态由气态向固态递变。

思维变式

关于氮族元素(用 R 代表)的下列叙述正确的是

()

A. 最高化合价是 +5 价

B. 氢化物的通式为 RH_5

C. 非金属性由上到下递增

D. 其含氧酸均为一元强酸

提示 氮族元素的最高正化合价是 +5 价,负价为 -3,氢化物通式是 RH_3 ,其含氧酸分别有 HRO_3 和 H_3RO_4 等。

答案 A

例 3 在相同状况下,体积相等的甲、乙两支试管中分别装有 NO_2 、 NO_2 和 NO 的混合气体,将两支试管倒扣在盛水的水槽中,充分反应后甲、乙试管中生成 HNO_3 的物质的量浓度是(设试管中溶质没有扩散到水槽中;不考虑 NO_2 转化为 N_2O_4 的问题)

()

A. 甲 > 乙

B. 甲 = 乙

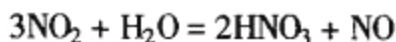
C. 甲 < 乙

D. 无法判断

思维过程

思路 首先要知道 NO_2 与 H_2O 反应生成 HNO_3 和 NO ,它是一个气体体积减小的反应,当气体体积减小后,试管内压强变小,外界大气把水槽中水压入试管中,气体减小的体积一定等于试管中生成溶液的体积。

解析 设甲、乙试管的体积均为 x L,则甲试管中 $n(NO_2) = \frac{x}{V_m}$ mol (V_m 表示该条件下气体的摩尔体积)。



$$\text{甲试管中 } n(HNO_3) = n(NO_2) \times \frac{2}{3} = \frac{x}{V_m} \cdot \frac{2}{3} \text{ mol} = \frac{2x}{3V_m} \text{ mol}$$

$$\text{甲试管中溶液的体积为 } x \cdot \frac{2}{3} \text{ L, 则 } c(HNO_3) = \frac{2x}{3V_m} \div \frac{2x}{3} = \frac{1}{V_m} \text{ mol/L}$$

$$\text{设乙试管中 } NO_2 \text{ 与 } NO \text{ 的总体积为 } x \text{ L, 其中 } NO_2 \text{ 体积为 } y \text{ L, 则 } n'(NO_2) = \frac{y}{V_m} \text{ mol}$$



$$\text{所以 } n'(HNO_3) = n'(NO_2) \cdot \frac{2}{3} = \frac{y}{V_m} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2y}{3V_m} \text{ mol}$$

乙试管中溶液体积为 $y \cdot \frac{2}{3} \text{ L}$, 则 $c(\text{HNO}_3) = \frac{2y}{3V_m} \div \frac{2y}{3} = \frac{1}{V_m} \text{ mol/L}$

因此, 甲、乙两试管中生成硝酸溶液的浓度相等, 均为 $\frac{1}{V_m}$ 。

■ 答案 B

思维迁移

由于本题中无数据, 乙试管中 NO_2 与 NO 气体的体积比也不知道, 有同学会认为不能计算而错选 D。

要保持试管内外气体压强平衡, 所以进入试管中液体的体积等于试管中气体减少的体积, 这一关系是解题的关键。在一定条件下, 试管中不论是充满 NO_2 , 还是 NO_2 与 N_2 、 NO_2 与 NO 等气体的混合物, 它们倒置于水中所得硝酸溶液的物质的量浓度是相等的。

思维变式

在常温常压下, a、b、c、d 四支相同的试管中, 分别装入以等物质的量混合的两种气体。a 试管内是 NO_2 和 O_2 , b 试管内是 Cl_2 和 SO_2 , c 试管内是 NO 和 O_2 , d 试管内是 N_2 和 O_2 。将四支试管迅速同时倒立于水中, 最终水面上升高度 h 的比较, 正确的是 ()

- A. $h_b > h_c > h_a > h_d$ B. $h_c > h_a > h_b > h_d$ C. $h_d > h_a > h_c > h_b$ D. $h_b > h_a > h_c > h_d$

■ 提示 水面上升的高度等于气体减少的体积的对应高度。因 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 所以 a 试管中剩余气体为 $\frac{3}{8}$, 水面上升 $\frac{5}{8}$ 。又因 $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$, 所以 b 试管中气体没有剩余, 水面上升最高。

■ 答案 A

例 将 $V \text{ mL}$ NO 和 NO_2 的混合气体通过水吸收后, 得到 $a \text{ mL}$ 无色气体 A。将此无色气体与等体积 O_2 混合, 再通过足量的水充分吸收后, 收集到 5 mL 无色气体 B。试回答:

- (1) A 气体是 _____, B 气体是 _____。
- (2) A 气体的体积是 _____ mL 。
- (3) V 的取值范围为 _____。

思维过程

思路 气体 NO 和 NO_2 的物理性质(颜色、溶解性)和化学性质是分析判断的依据, 对于循环进行的化学反应, 可采用数学方法处理, 将其转化为关系式, 如:



将①②式中各化学式前的化学计量数分别扩大 3 倍和 2 倍, 再相加可得关系式: $4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$, 然后, 据此进行分析推断和计算。

■ 解析 (1) NO 不溶于水, NO_2 与水发生化学反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 显然, $a \text{ mL}$ 无色气体 A 为 NO 。将 NO 与 O_2 等体积混合后, 再通过足量水充分吸收, 所发生的反应为: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 由于这两个反应循环进行, 经数学方法处理, 可得到关系式: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 由该式进行判断可知, NO 与 O_2 混合被水吸收后的剩余气体, 有三种可能情况:

- I. 如果 $V(\text{NO}):V(\text{O}_2) = 4:3$, 则完全反应无气体剩余;
- II. 如果 $V(\text{NO}):V(\text{O}_2) > 4:3$, 则 NO 剩余;
- III. 如果 $V(\text{NO}):V(\text{O}_2) < 4:3$, 则剩余 O_2 。

由题意 $V(\text{NO}):V(\text{O}_2) = 1:1 < 4:3$, 故收集到的 5 mL 无色气体 B 应为剩余的 O_2 。

(2) 由题意知: 由于气体 A(NO) 与 O_2 等体积混合, 而且按 $V(\text{NO}):V(\text{O}_2) = 4:3$ ($4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$) 反应



转变为 HNO_3 , 所以, 最后剩余的 5 mL O_2 应为 O_2 总量的 $1/4$, 则 $V(\text{NO}) = V(\text{O}_2) = 5 \text{ mL} \times 4 = 20 \text{ mL}$ 。

(3) V 的取值范围可用极端假设法确定。由(2)可知, $V \text{ mL NO}$ 和 NO_2 的混合气体通过水吸收后, 得到 20 mL NO(A) 气体, 因此, 如果 $V \text{ mL}$ 气体全部为 NO , 则气体 V 的最小值应为 20 mL ; 若全部为 NO_2 , 则根据化学方程式 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 可知 $V \text{ mL}$ 混合气体的最大值为 $20 \text{ mL} \times 3 = 60 \text{ mL}$, 显然气体 NO 和 NO_2 的总体积 V 应在 $20 \sim 60 \text{ mL}$ 之间。

■ 答案 (1) NO O_2 (2) 20 (3) $20 \text{ mL} < V < 60 \text{ mL}$

思维迁移

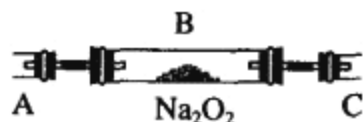
对于由 NO 、 NO_2 和 O_2 组成的混合气体与水反应的有关计算和推断题, 通常采用关系式法, 这些关系为: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 这种关系式可将循环反应的计算与推断题变得简单化。

试题中气体体积的取值范围的确定, 一般就是计算其极大值和极小值。

解答本题时, 容易忽视“气体 A 与等体积 O_2 混合”等条件, 从而算不出(2)(3)的答案。也容易发生不会运用关系式($4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$)进行判断和计算, 从而无法进行推断和运算。

思维变式

80°C 、 101.3 kPa 下, 用右图装置进行如下实验: A、C 两筒内分别装有无色气体, 它们可能是 O_2 、 N_2 、 NO 、 CO_2 等, B 管内装有 Na_2O_2 固体, 推动 A 的活塞使 A 筒中的气体缓缓地全部通过 B 管后进入 C 筒, C 筒中气体由无色变成红棕色, 但其体积换算成同温同压下却未变化(不考虑 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$)。



(1) C 中发生的反应的化学方程式是 _____, 已知原 C 中的气体是单一气体, 它是 _____, 理由是 _____。

(2) 将反应后 C 筒中的气体用水充分吸收, 在同温同压下, 气体体积减小一半, 则与水反应前 C 中的气体是 _____, 理由是 _____。

(3) 若实验开始前 A、C 中气体的体积(换算成标准状况)分别为 1.40 L 和 2.24 L , 且 A 中的气体经过 B 管后, B 管质量增加了 1.40 g , 通过计算和推理可判断 A 中的气体是 _____, 其质量为 _____。

■ 提示 本题突破口在 C 中气体为单一气体, 与从 B 过来气体反应呈红棕色, 可知 C 为 NO 或 O_2 。又知 C 中气体经反应 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, 体积无变化, 说明 C 中气体为 NO 。反应后 C 中气体可能为 NO_2 或 NO_2 和 NO 的混合物, 若为 NO_2 与水反应后体积为原来的 $\frac{1}{3}$, 与题意不合, 故反应后 C 中气体为 NO_2 和 NO , 经计算可知 NO_2 和 NO 体积比为 $3:1$ 。

由反应 $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 知增加质量 2CO , 若 A 为 CO_2 , 则据增加 1.40 g , 可计算出 CO_2 为 $1.12 \text{ L} < 1.40 \text{ L}$ 。所以 A 为 O_2 和 CO_2 的混合气体。 CO_2 体积为 1.12 L , 质量为 $\frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 44 \text{ g/mol} = 2.2 \text{ g}$, O_2 为 $1.4 \text{ L} - 1.12 \text{ L} = 0.28 \text{ L}$, 质量为 $\frac{0.28 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 32 \text{ g/mol} = 0.4 \text{ g}$ 。

■ 答案 (1) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ NO 若为 O_2 或混合气体, 体积肯定发生变化

(2) NO_2 和 NO 若为 NO_2 , 气体体积不可能减少一半

(3) CO_2 和 O_2 2.20 g 、 0.40 g , 总质量为 2.60 g

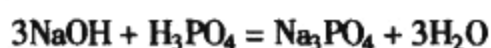
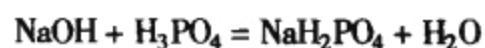


解题必备知识(二)

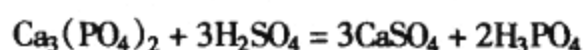
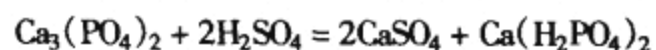
1. 同素异形体白磷和红磷之间的关系: ①物理性质不同; ②在一定条件下, 它们可相互转变; ③化学性质基本

相同,如:都能燃烧,产物均为五氧化二磷;④都是单质,组成元素相同,但属不同物质。

2. 磷酸是中等强度的三元酸,它与碱反应可分别生成酸式盐和正盐。例如:



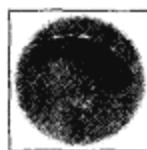
3. 根据强酸制弱酸原理,磷酸盐可与强酸反应,生成磷酸或磷酸酸式盐。例如:



4. 常用磷肥:①过磷酸钙,又称普钙,主要成分为: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 和 CaSO_4 ;②重过磷酸钙,又称重钙,主要成分为 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,制取重钙的化学反应方程式为: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (原理为正盐向酸式盐转化)。磷肥的含磷量是指含 P_2O_5 的质量分数,并不是指含磷元素的质量分数。

5. 复合肥料:是指含有两种或两种以上营养元素的化肥,如 KNO_3 、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 、 KH_2PO_4 等。

典例精析



例 1 将 9.3 g 红磷与一定量的 Cl_2 完全反应后,生成 51.9 g 产物,则所生成的物质是

()

A. PCl_3

B. PCl_5

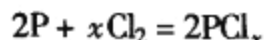
C. PCl_3 和 PCl_5

D. PCl_5 和 P

思维过程

思路 红磷与氯气反应过程为: $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{PCl}_3$, $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 = \text{PCl}_5$ 。但实际上红磷与氯气发生的是化合反应,反应前后原子守恒。那么只要计算出 P 与 Cl 的个数比,即可推断出生成物的化学式。

解法 1 设生成物的化学式为 PCl_x ,则有:



$$\begin{array}{ccc} 62 & 62 + 71x & \\ 9.3 \text{ g} & 51.9 \text{ g} & \end{array} \quad \frac{62}{9.3 \text{ g}} = \frac{62 + 71x}{51.9 \text{ g}} \quad x = 4$$

则生成物的化学式为 PCl_4 ,而 P 与 Cl_2 反应的生成物只能是 PCl_3 、 PCl_5 两种,又因 $3 < x < 5$,所以生成物为 PCl_3 与 PCl_5 的混合物。

解法 2 因为 P 与 Cl_2 发生化合反应,生成物中 $n(\text{Cl}):n(\text{P}) = \frac{51.9 - 9.3}{35.5} : \frac{9.3}{31} = 1.2:0.3 = 4:1$,其化学式为 PCl_4 ,所以生成物为 PCl_3 与 PCl_5 的混合物。

答案 C

思维迁移

对于生成物多于一种的化合反应,判断其生成物时,利用计算各原子个数比的方法比较简便,也抓住了反应前后原子守恒的规律,而利用化学方程式进行计算与判断时,步骤繁多容易出错。

思维变式

一定条件下,将白磷在受热的情况下汽化变成白磷蒸气,测得其相对分子质量为 124,则白磷的分子式为

()

A. P

B. P_2

C. P_3

D. P_4

提示 原子个数等于单质相对分子质量除以相对原子质量,即 $124 \div 31 = 4$ 。

答案 D



例 2 为配制某花卉的营养液,需要用 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 (物质的量之比为 3:1) 的混合液,每升混合液中含磷元素 3.1 g。现用 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_3PO_4 溶液和固体 NaOH 配制 2.0 L 混合液,问需取该 H_3PO_4 溶液多少毫升? NaOH 的质量多少克?

思维过程

思路 从 2 L 溶液里含磷的物质的量确定所需 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_3PO_4 溶液的体积;然后根据 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 所含的物质的量确定所需 NaOH 的质量。

答案 每升混合液中含磷的物质的量为:

$$n(\text{P}) = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) + n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{3.1 \text{ g}}{31 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\text{所需 } 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_3\text{PO}_4 \text{ 溶液的体积为 } V(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{0.1 \text{ mol} \times 2}{4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.05 \text{ L} = 50 \text{ mL}。$$

$$2 \text{ L 混合液中含磷的物质的量为 } n(\text{P}) = n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) + n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0.1 \text{ mol} \times 2 = 0.2 \text{ mol}$$

$$\text{其中: } n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0.2 \text{ mol} \times \frac{3}{4} = 0.15 \text{ mol} \quad n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0.2 \text{ mol} \times \frac{1}{4} = 0.05 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}^+) = n(\text{NaOH}) = 0.15 \text{ mol} + 0.05 \text{ mol} \times 2 = 0.25 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0.25 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10 \text{ g}$$

答:需取该 H_3PO_4 密度 50 mL, NaOH 10 g。

思维迁移

解决此类问题的通用模式是守恒法与关系式综合运用。例如,本题中只要抓住 P 原子守恒可算出所需 H_3PO_4 溶液的体积,抓住 Na^+ 守恒可算出所需 NaOH 的质量。但必须先建立 Na 与 P 之间的关系式才能实现目标。守恒法解题关键要突出一个“简”和一个“巧”。

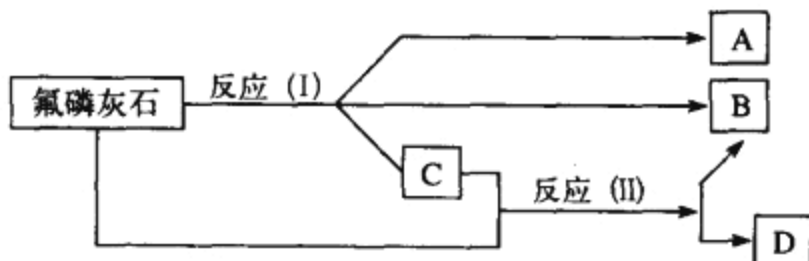
思维变式

用含磷 15% 的磷矿石粉 10 t 制取化肥重钙。若在生产过程中有 2% 的磷矿石损失,则可制得纯度为 98% 的重钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 多少吨?

提示 根据 P 元素守恒可建立关系式: $2\text{P} \longrightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 。另外,磷矿石损失的百分率与 P 的损失百分率相等。

答案 5.66 t

例 3 工业上常用氟磷灰石 $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}]$ 为原料,按图示制取磷酸、重过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 和氢氟酸。图中反应 (I) 为氟磷灰石跟另一种原料反应,生成 A、B、C 三种物质,其中的产物 C 又跟氟磷灰石发生反应 (II),生成 B 和重过磷酸钙。



(1) 试写出两个反应的化学方程式: 反应 (I) _____; 反应 (II) _____。

(2) 生成物 B 为何物质? _____。

思维过程

思路 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 由一种阳离子和两种酸根离子组成,所以可拆分为 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 和 CaF_2 两部分。在 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 中酸根离子均属于弱酸根(或中强酸根)一类。又据题意知,生成物中均含有 H^+ ,根据强酸制弱酸的原

理,与 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 反应的物质应是浓 H_2SO_4 。这样可满足题中条件。

■ 答案 (1) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{CaSO}_4 + \text{HF} \uparrow$ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 7\text{H}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{\Delta} 5\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{HF} \uparrow$
(2) B 为 HF

思维迁移

对于 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 这样复杂的盐,要根据阳、阴离子组成化合物的规律,进行拆分重新组合,实现由陌生向熟悉的转化。盐与酸反应中要熟练运用强酸制弱酸或多元弱酸酸式盐的规律。

思维变式

将磷矿石加工成过磷酸钙的目的是

()

- A. 增加磷的含量 B. 使它的性质稳定,便于运输
C. 有利于改良土壤 D. 使它转化为较易溶于水的物质

■ 提示 磷酸盐中除铵盐、钾盐、钠盐外的正盐和磷酸一氢盐均难溶于水,只有磷酸二氢盐较易溶于水,能随雨水渗透到植物根部,有利于植物吸收。

■ 答案 D

自测解题能力



入门题

1. 氮族元素包括_____。原子结构上的共同点是_____;不同点是_____。最高价氧化物对应水化物的通式为(用 R 表示氮族元素):_____。氮的固定是指_____。

2. 下列说法中,正确的是 ()

- A. NO_2 溶于水生成 HNO_3 , 所以 NO_2 是硝酸酐
B. 空气中的 NO_2 是造成光化学烟雾的主要因素
C. NO_2 是一种无色的易溶于水的气体
D. N_2 在过量空气中和放电条件下可直接反应,生成 NO_2

3. 发射宇宙飞船的运载火箭的推进剂引燃后,产生大量高温气体从尾部喷出,该气体主要成分是 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、 NO 等,在发射现场可看到火箭尾部产生大量红色气体,其原因是 ()

- A. 高温下 N_2 遇空气生成 NO_2
B. NO 遇空气生成 NO_2
C. CO_2 与 NO 反应生成 CO 和 NO_2
D. NO 与 H_2O 反应生成 H_2 和 NO_2

4. 电灯泡的玻璃柱上常涂有一点暗红色物质,以

除去灯泡内残留的氧气。这种暗红色物质是 ()

- A. Cu_2O B. 红磷 C. Fe_2O_3 D. 铜粉

5. NH_4^+ 的检验方法是:_____。

挑战题

6. 今有一充满 NO 与 NO_2 混合气体的试管,将其倒立在盛有大量水的水槽中,充分反应后,液体上升到试管容积的一半。则原混合气体中 NO 与 NO_2 的体积比为 ()

- A. 3:1 B. 2:1 C. 1:1 D. 1:3

7. 在一定条件下,将一支容积为 15 mL 的试管充满 NO_2 后倒立在一个盛有水的水槽中,当试管内液面不再上升时通入 O_2 ,若要使试管内液面仍保持在原高度,则在相同条件下通入 O_2 的体积为 ()

- A. 3.75 mL B. 7.5 mL
C. 8.75 mL D. 10.5 mL

8. 所有氮的氧化物都能与灼热的铁进行反应生成 Fe_3O_4 和 N_2 , $4\text{N}_x\text{O}_y + 3y\text{Fe} = y\text{Fe}_3\text{O}_4 + 2x\text{N}_2$ 。当一定量的 N_xO_y 通过灼热的铁粉后,粉末质量增加了 64 g,而气体体积(相同温度和压强)没有变化,则 N_xO_y 可能是 ()