

奥林匹克化学
化学竞赛
奥林匹克化学
奥林匹克化学
奥林匹克化学
化学竞赛
化学竞赛

化学竞赛

总主编
王祖浩

教程

· 高二年级 ·

邓立新 主编



华东师范大学出版社

总主编 王祖浩

化学竞赛教程

· 高二年级 ·

本册主编 邓立新
参编者 余敬忠 李德文
程志伟 林松茂

华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学竞赛教程. 高二 / 邓立新主编. —上海: 华东师范大学出版社, 2002. 1

ISBN 7 - 5617 - 2797 - 6

I. 化... II. 邓... III. 化学课 - 高中 - 教学参考资料 IV. G634. 83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 076571 号

化学竞赛教程

· 高二年级 ·

总主编 王祖浩
策划组稿 应向阳
本册主编 邓立新
封面设计 高山
版式设计 蒋克

出版发行 华东师范大学出版社
市场部 电话 021 - 62865537
传真 021 - 62860410

<http://www.ecnupress.com.cn>

社址 上海市中山北路 3663 号
邮编 200062

印刷者 江苏如东印刷厂
开本 890 × 1240 32 开
印张 12
字数 330 千字
版次 2002 年 1 月第 1 版
印次 2002 年 2 月第 2 次
印数 8 001 - 19 000
书号 ISBN 7 - 5617 - 2797 - 6/G·1370
定价 14.00 元

出版人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题, 请寄回本社市场部调换或电话 021 - 62865537 联系)

序

到 2001 年,国际化学奥林匹克竞赛(IChO)已经进行了 33 届。作为爱好化学的中学生参与的级别最高的国际竞赛,为全世界的中学生提供了一个增长知识、探索研究、展现创造能力的机会,已受到愈来愈多国家的高度重视。我国从 1988 年参加此项竞赛以来,不仅取得了很好的成绩,更重要的是激励了广大中学生学习和探究化学的兴趣,加深了对化学这一重要学科的认识,其中有很多学生将化学作为自己毕生从事的专业,有不少同学已取得了十分可喜的成绩。

为帮助中学生学好化学,并提供给中学教师有关化学竞赛培训方面的参考资料,目前已有多种版本的参考书面世。以王祖浩教授为主编的这本化学竞赛教程从高中学生的实际水平和现有基础出发,循序渐进,按照高中新教材并结合中国化学会全国高中学生化学竞赛大纲的要求编写,内容丰富,针对性强,适合不同水平的高中学生学习。从笔者多年从事化学奥林匹克选手培养的经历来看,本书不失为一本好的教程,特此向广大的读者推荐。

中国化学会理事

中国化学会化学教育委员会副主任

曹居东

2001.11 于北京

前 言

在多年的教学实践中,我们一直被一项神圣的事业所吸引,那就是能培养出在国际中学生化学奥林匹克竞赛中夺取奖牌,为国争光的拔尖学生。每年的七、八月间,当我们一次次听到中国学生获奖的消息,我们激动、兴奋,我们为自己的付出而自豪。冷静下来,我们会更多地在一起讨论,怎样去发现创造型人才,怎样去培养学生良好的思维品质和心理素质……。我们有一个共同的信念,让每一个高中学生认识自己的潜在能力,在学习中獲得新的发展。为了实现这一目的,我们不懈努力,立足于中学生的实际,激发中学生的化学学习兴趣,循循善诱,注重与学生共同探讨化学学习的方法,培养优秀学生的竞赛意识和执着的科学探究精神,在实践中也使我们深切感到:中学生巨大的思维潜能尚未被充分认识,优秀学生的思维发展空间对传统的教学提出了新的挑战。

随着基础教育课程改革的进一步深入,在高中阶段如何开发优秀学生的潜能,培养学生的创新能力,为提高 21 世纪我国科学技术水平提供较好的人才基础,是一个全社会关注的课题。本书作者多年来探索中学生化学竞赛的教育价值,积累了丰富的教学经验,期望通过这套教程,使更多有志于未来从事化学研究的同學能早日脱颖而出。

本教程具有以下几个特点:

1. **教学同步:**每一讲的内容编排与新的高中化学教材基本同步,这有助于在新课教学中培养竞赛意识,训练思维方法,为有计划、有选择性地早期发现化学竞赛人才提供良好的基础。

2. **注重方法:**每一讲的“重点提示”立足现行的高中教材,分析化学知识的“生长点”和典型的化学思维方法;“例题研究”突出方法

要素在形成清晰的解题思路中的重要作用。作者坚信,好的思维方法是学习成功的重要基础。

3. 逐级推进:本教程以高中的知识内容和思想方法为依据,提炼历年高考和省级、国家级竞赛试题的思维规律,开拓学生的思维空间,培养学生解决不同层次化学问题的能力。

4. 及时评价:每一讲后均配置不同题型、不同水平的试题,评价学生解决问题的能力。选题注重典型性和针对性,力求新编和改造,体现开放、探究的特征。相对而言,A级习题侧重基础知识和方法,B级习题强调解题的灵活性和综合性。

可以这么说,本书是作者在总结众多的化学竞赛优胜者(包括国际化学奥林匹克金牌获得者)成功学习的基础上写成的。尽管每一个获奖者都有各自的成功之路,但一些重要的知识、基本的方法和经验是有共通之处的,它能使后来者在有限的时间里少走弯路,提高学习效率。“他山之石,可以攻玉。”这是值得每一位勤于学习的读者朋友铭记于心的。

最后,对中国化学会化学教育委员会副主任曹居东教授在百忙中审阅了部分书稿并作序,沈坤华、谢曙初两位老师协助校对书稿,表示衷心的感谢!

本教程由王祖浩教授任总主编。高二分册由邓立新同志主编。限于水平和时间,难免存在不足,敬请广大读者指正。

王祖浩
2001年11月

目 录

第一讲	氮和磷	(1)
第二讲	氨 铵盐	(15)
第三讲	硝酸	(32)
第四讲	化学反应速率	(48)
第五讲	化学平衡	(60)
第六讲	影响化学平衡的条件	(75)
第七讲	电离平衡	(89)
第八讲	水的电离和溶液的 pH	(100)
第九讲	盐类的水解	(111)
第十讲	酸碱中和滴定	(122)
第十一讲	镁和铝及其化合物	(131)
第十二讲	铁和铜及其化合物	(146)
第十三讲	原电池及金属的冶炼	(164)
第十四讲	甲烷	(173)
第十五讲	环烷烃 对映异构	(191)
第十六讲	乙烯 烯烃	(202)
第十七讲	乙炔 炔烃	(218)
第十八讲	苯 芳香烃	(231)
第十九讲	溴乙烷 卤代烃	(247)
第二十讲	乙醇 醇类	(257)
第二十一讲	苯酚	(268)
第二十二讲	乙醛 醛类	(277)
第二十三讲	乙酸 羧酸	(290)
第二十四讲	酯 油脂	(300)

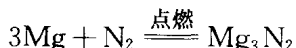
第二十五讲	糖类	(310)
第二十六讲	蛋白质	(316)
第二十七讲	合成材料	(322)
参考答案	(326)

第一讲 氮 和 磷

本讲重点提示

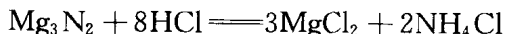
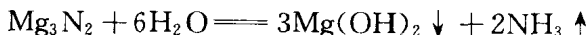
1. 氮元素的活泼性与氮分子的稳定性是两个不同的概念。元素的性质决定于元素的原子结构,氮的原子半径小,吸引电子的能力强,表现出较强的化学活泼性。氮气的稳定性则取决于氮分子的结构,氮分子中有3个共价键(N≡N),它们的键能很大(946 kJ/mol),当氮气参加化学反应时,必须打开(破坏)分子中的3个共价键,因此,氮气的性质很不活泼。只有在高温或放电的条件下,才与氢、氧、金属发生反应。

2. 镁在空气中燃烧生成 MgO 的同时,也有少量的 Mg₃N₂ 生成:



Mg₃N₂ 不是盐,但属离子化合物,其电子式为: $\text{Mg}^{2+} [:\ddot{\text{N}}:]^{3-}$

$\text{Mg}^{2+} [:\ddot{\text{N}}:]^{3-} \text{Mg}^{2+}$, 能与水、酸反应,有关的化学方程式为:



3. 氮有五种价态,能形成六种氧化物: $\overset{+1}{\text{N}}_2\text{O}$ (无色气体), $\overset{+2}{\text{N}}\text{O}$ (无色气体), $\overset{+3}{\text{N}}_2\text{O}_3$ (暗蓝色气体), $\overset{+4}{\text{N}}\text{O}_2$ (红棕色气体), $\overset{+4}{\text{N}}_2\text{O}_4$ (无色气体), $\overset{+5}{\text{N}}_2\text{O}_5$ (无色晶体)。它们都是大气的污染物,是产生光化学烟雾和酸雨的主要因素。

(1) N_2O 是无色、有甜味的气体,人吸入后引起神态失常而大笑,俗称“笑气”。受热后分解出游离的氧气,因此碳、硫、磷等在

N_2O 中激烈燃烧。
$$2\text{N}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{N}_2 + \text{O}_2$$

(2) NO 是中性不成盐氧化物,易与 O_2 反应:
$$2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$$
。生成的 NO_2 与水反应又放出 NO 。
$$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$$

(3) NO_2 是红棕色气体,有毒,易溶于水,具有强氧化性,可氧化 KI 、 SO_2 、 Cu 等。

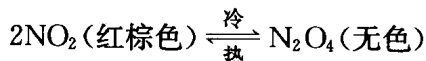


可与碱发生歧化反应:



(4) N_2O_3 是不稳定易分解,是亚硝酸的酸酐 ($\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_2$)。 HNO_2 仅存在于冷稀溶液中,为弱酸,但氧化性比稀 HNO_3 强。

(5) N_2O_4 是无色易冷凝的气体:



-10°C 以下时仅有 N_2O_4 存在, 140°C 以上时仅有 NO_2 存在;压强越大, N_2O_4 越多。

(6) N_2O_5 是无色晶体,不稳定,具有强氧化性,是硝酸的酸酐 ($\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$)。

4. 有关 NO 、 NO_2 、 O_2 等混合气体通入水后的计算。

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

(2) NO_2 和 O_2 的混合气体溶于水时,由:
$$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$$
;
$$2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$$
; 其总反应为:
$$4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$$
。当体积比:

$$V_{\text{NO}_2} : V_{\text{O}_2} \begin{cases} = 4 : 1, \text{恰好完全反应, 容器内无剩余气体。} \\ > 4 : 1, \text{则 NO}_2 \text{ 过量, 容器内剩余气体为 NO,} \\ \quad \text{体积为过量 NO}_2 \text{ 体积的 } 1/3. \\ < 4 : 1, \text{则 O}_2 \text{ 过量, 容器内剩余气体为过量的 O}_2. \end{cases}$$

(3) NO 和 O₂ 的混合气体同时通入水中, 其反应为: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$; 总反应式为: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 。当体积比:

$$V_{\text{NO}} : V_{\text{O}_2} \begin{cases} = 4 : 3, \text{恰好完全反应, 容器内无剩余气体。} \\ > 4 : 3, \text{则 NO 过量, 容器内剩余气体为过量的 NO。} \\ < 4 : 3, \text{则 O}_2 \text{ 过量, 容器内剩余气体为过量的 O}_2. \end{cases}$$

5. 通常“纯净”的 NO₂ 或 N₂O₄ 并不纯, 因为在常温、常压下能发生: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 反应, 由于此可逆反应的发生, 通常实验测得 NO₂ 的相对分子质量大于它的实验值, 或在相同条件下, 比相同物质的量的气体体积要小。同理, 通常实验测得 N₂O₄ 的相对分子质量小于它的实验值, 或在相同条件下, 比相同物质的量的气体体积要大, 此外, 温度、压强的变化影响平衡的移动。因而可逆反应 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 在解化学题中有很重要的应用。

6. 磷酸与碱反应产物的判断。

磷酸与碱(或 NH₃) 反应是分步进行的, 控制碱与 H₃PO₄ 的物质的量的比例, 可得不同的产物。以一元碱与磷酸反应为例。

(1) 当 $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} = 1$ 时, 只生成磷酸二氢盐(如 NaH₂PO₄)。

(2) 当 $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} = 2$ 时, 只生成磷酸一氢盐(如 Na₂HPO₄)。

(3) 当 $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} = 3$ 时, 只生成磷酸盐(如 Na₃PO₄)。

(4) 当 $0 < \frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} < 1$ 时, 酸过量, 得磷酸二氢盐(NaH₂PO₄) 和磷酸的混合物。

(5) 当 $1 < \frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} < 2$ 时, 主要产物是磷酸一氢盐和磷酸二

氢盐的混合物(Na_2HPO_4 和 NaH_2PO_4)。

(6) 当 $2 < \frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} < 3$ 时, 主要产物是正盐和磷酸一氢盐的

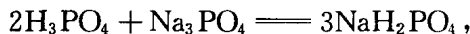
混合物(Na_3PO_4 和 Na_2HPO_4)。

(7) 当 $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} > 3$ 时, 碱过量, 得到正盐和碱的混合物。

总之, 向 H_3PO_4 溶液中逐渐加入强碱溶液时, 按照磷酸二氢盐 \rightarrow 磷酸一氢盐 \rightarrow 正盐的顺序生成。向强碱溶液中逐渐加入 H_3PO_4 溶液时, 按照正盐 \rightarrow 磷酸一氢盐 \rightarrow 磷酸二氢盐的顺序生成。

7. 磷酸盐与 H_3PO_4 之间的相互转化。

(1) H_3PO_4 与 Na_3PO_4 反应, 其反应方程式可为:



当 $\frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{Na}_3\text{PO}_4)} = 2$ 时, 生成 NaH_2PO_4 。

当 $\frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{Na}_3\text{PO}_4)} = \frac{1}{2}$ 时, 生成 Na_2HPO_4 。

当 $\frac{1}{2} < \frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{Na}_3\text{PO}_4)} < 2$ 时, 生成 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 的混合物。

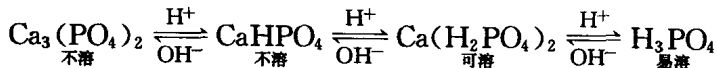
(2) H_3PO_4 与 Na_2HPO_4 反应能生成 NaH_2PO_4 :



(3) NaH_2PO_4 与 Na_3PO_4 反应能生成 Na_2HPO_4 :



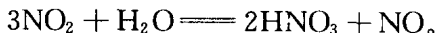
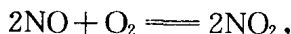
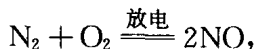
(4) Na_2HPO_4 与 H_3PO_4 不共存, Na_3PO_4 与 H_3PO_4 、 NaH_2PO_4 不共存。其相互转化关系可归纳为:



典型例题研究

【例 1】 在新疆与青海两省区交界处有一狭长山谷,每当牧民和牲畜进入后,风和日丽的晴天顷刻电闪雷鸣,狂风大作,人畜常遭雷击而倒毙。奇怪的是这里牧草茂盛,四季常青,被当地牧民称为“魔鬼谷”。用化学方程式表示“魔鬼谷”牧草茂盛,四季常青的原因。

【解题研究】 此题表面看似乎神奇,但仔细思考不难作答。电闪雷鸣一般伴随降雨过程,同时电闪雷鸣给空气中的 N_2 和 O_2 化合提供了条件,生成的 NO 被 O_2 氧化为 NO_2 , NO_2 被雨水吸收转化为 HNO_3 , HNO_3 随雨水降下给大地增加硝态氮肥(即 NO_3^-),所以“魔鬼谷”牧草茂盛,四季常青。其化学反应方程式为:



【例 2】 室温下,将 NO 和 O_2 按体积比 2 : 1 混合,则混合气体的平均相对分子质量为()。

- A. 30.67 B. 46 C. 92 D. 46 到 92 之间

【解题研究】 试题中隐含有下列信息: $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$, $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 。当 NO 与 O_2 以 2 : 1 混合, NO 全部转化成 NO_2 , 但 NO_2 部分生成 N_2O_4 , 即混合气体为 NO_2 和 N_2O_4 , 设生成 N_2O_4 的物质的量为 x , 转化后 NO_2 为 $(2-2x)$, 则平均相对分子质量为:

$$\bar{M} = \frac{2-2x}{2-x} \times 46 \text{ g/mol} + \frac{x}{2-x} \times 92 \text{ g/mol} = \frac{92}{2-x} \text{ g/mol}$$

若生成 NO_2 没有转化成 N_2O_4 , 则 $x = 0$, 平均相对分子质量为 46。

若生成的 NO_2 全部转化成 N_2O_4 , 则 $x = 1 \text{ mol}$, 平均相对分子质量为 92, 故混合气体的平均相对分子质量为 46~92。答案为 D。

【例 3】 在标准状况下,将 NO_2 、 NO 、 O_2 混合后充满容器,倒置于水中,完全溶解,无气体剩余,若产物也不扩散,则所得溶液物质的

量浓度的数值范围是()。

A. $0 < c < \frac{1}{22.4}$

B. $\frac{1}{39.2} < c < \frac{1}{22.4}$

C. $\frac{1}{39.2} < c < \frac{1}{28}$

D. $\frac{1}{28} < c < \frac{1}{22.4}$

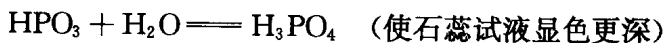
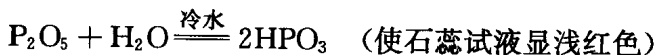
【解题研究】 抓住“气体无剩余”这一关键,若混合气体中无 NO,则发生 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 的反应,5 mol 混合气体转变为 4 mol HNO_3 , $c_1 = 4 \text{ mol} / 5 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 1/28 \text{ mol/L}$ 。若混合气体中无 NO_2 ,则发生 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 的反应,7 mol 混合气体转变为 4 mol HNO_3 , $c_2 = 4 \text{ mol} / 7 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 1/39.2 \text{ mol/L}$ 。混合气体中不可能缺一种,故所得 HNO_3 的物质的量浓度数值在 c_1 与 c_2 之间,答案为 C。

【说明】 在混合物的计算中,如果相对含量不定,则结果无法确定,可用讨论的方法找出最大值和最小值,在这两个极值范围内考虑选项。

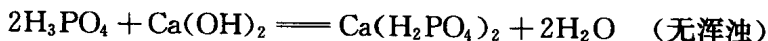
【例 4】 有一固体单质,质软。在空气中极易燃烧,生成物溶于水,滴入紫色石蕊试液显红色。将此溶液加热,颜色变深。把所得溶液分为两支试管,向第一支试管中滴入少量饱和澄清石灰水,无浑浊出现,若继续滴加,出现白色浑浊,过量则产生白色沉淀。过滤,取少量白色沉淀投入第二支试管,则沉淀消失。试确定该单质是什么,并写出有关反应的化学方程式。

【解题研究】 根据其单质的状态及其在空气中极易燃烧的性质,初步确定该单质可能为硫或白磷。然后根据其化合物的性质类推,可确定该单质为白磷。

有关反应的化学方程式为: $4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$



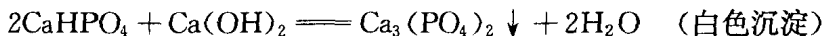
第一支试管:当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不足时:



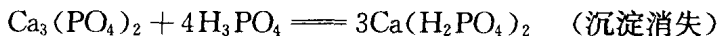
当继续滴入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 时:



当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 过量时:



第二支试管: 过量 H_3PO_4 与 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 反应:



【例 5】 为配制某培养液, 需要用含 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 mol/L 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 mL? NaOH 多少 g?

【解题研究】 本题可从 2 L 溶液里含磷的物质的量确定所需 4 mol/L H_3PO_4 溶液的体积; 从 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 所含的物质的量确定所需 NaOH 的质量。则:

每升混合液中含磷的物质的量为:

$$\begin{aligned} n(\text{P}) &= n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) + n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) \\ &= \frac{3.1 \text{ g}}{31 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol} \end{aligned}$$

所需 4 mol/L H_3PO_4 溶液的体积为:

$$V_{(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{0.1 \text{ mol} \times 2}{4.0 \text{ mol/L}} = 0.05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

2 L 混合液中含磷的物质的量为:

$$n(\text{P}) = n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) + n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0.1 \times 2 = 0.2 \text{ mol}$$

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

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0.2 \times \frac{1}{4} = 0.05 \text{ mol}$$

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

$$m(\text{NaOH}) = 0.25 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 10 \text{ g}$$

练习题 A 级

1. 下列气体不会造成大气污染的是()。

A. 二氧化硫 B. 氮气 C. 一氧化氮 D. 一氧化碳

2. 下列反应中,气体反应物只能做还原剂的是()。

A. Cl_2 通入石灰水 B. CO_2 通入苛性钠溶液
C. NO 与硝酸反应 D. 二氧化氮与水反应

3. 在一定温度和压强下,将装有 N_2 和 NO_2 混合气体的试管倒立于水中,经足够时间后,试管内气体的体积缩小为原来的 $\frac{3}{5}$,则原混合气体中 N_2 与 NO_2 气体的体积比是()。

A. 2:3 B. 3:2 C. 3:5 D. 5:3

4. 下列制氮的方法中,不合理的是()。

A. 分离液态空气 B. 加热氨分解
C. 将热空气通过灼热的铜网 D. 镁在空气中燃烧

5. 在标准状态下,将 NO_2 、 NO 、 O_2 混合后,充满容器倒置水中,完全溶解,无气体剩余。若产物不扩散,则所得溶液的物质的量浓度(C),其数值大小范围为()。

A. $0 < C < \frac{1}{22.4}$ B. $\frac{1}{39.2} < C < \frac{1}{22.4}$
C. $\frac{1}{39.2} < C < \frac{1}{28}$ D. $\frac{1}{28} < C < \frac{1}{22.4}$

6. 在相同状况下,将下列 4 种混合气体: ① 体积比为 3:1 的 NH_3 和 N_2 , ② 体积比为 1:1 的 NO_2 和 NO , ③ 体积比为 1:1 的 NO_2 和 O_2 , ④ 体积比为 4:1 的 NO_2 和 O_2 , 分别置于完全相同的试管里,并倒置于水槽中,充分反应后,液面上升的高度分别为 h_1, h_2, h_3, h_4 , 则下列关系正确的是()。

A. $h_1 > h_2 > h_3 > h_4$ B. $h_4 > h_3 > h_2 > h_1$
C. $h_4 > h_1 > h_3 > h_2$ D. $h_2 > h_3 > h_1 > h_4$

7. NO 和 O_2 按一定的物质的量之比混合后,得到的气体的密度为相同条件下 H_2 密度的 19 倍(不考虑 N_2O_4), 则 NO 与 O_2 的物

质的量之比应为()。

- A. 6 : 11 B. 3 : 11 C. 2 : 1 D. 4 : 1

8. 将 20 mL NO_2 和 NH_3 的混合气体,在一定的条件下充分反应(方程式为: $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 = 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$),已知参加反应的 NO_2 比氨少 2 mL(体积均在相同状态下测定),原混合气体中 NO_2 和 NH_3 的物质的量之比为()。

- A. 3 : 2 B. 2 : 3 C. 3 : 7 D. 3 : 4

9. 博物馆中常把一些古画保存在氮气中,其主要原因是

10. 一种氮的无色氧化物,在密闭容器中加热时,其密度逐渐变小。在 200°C 时是原来的一半,继续加热时,容器里物质的密度继续减小,在 600°C 时,是 200°C 时的 $2/3$ (容器内的压强始终是 1.01×10^5 帕)。当降低温度时,容器内的密度增大,最后仍然得到原来的氮的无色氧化物,则由低温 $\rightarrow 200^\circ\text{C}$ 时的反应为 _____; 由 $200^\circ\text{C} \rightarrow 600^\circ\text{C}$ 时的反应为 _____。

11. 有三瓶无标签的溶液,分别是 HCl 、 H_2SO_4 和 H_3PO_4 ,试用最少种类的试剂、最简捷的方法鉴别它们。写出具体的操作及现象。试剂是 _____; 具体操作及现象为 _____。

12. (1) 工业上制磷酸的反应可用一个化学方程式表示,为

(2) 工业用磷酸制重过磷酸钙(磷酸二氢钙)的反应也可用一个化学方程式表示,为 _____。

(3) 现假设有一定质量的磷酸钙和足量的浓硫酸,利用以上两个反应来制备重过磷酸钙。当磷酸钙在第(1)个反应中的利用率为 $a\%$,在第(2)个反应中的利用率为 100% 时,(1)反应中消耗的磷酸钙与(2)反应中消耗的磷酸钙的质量之比为 λ/a 。那么, λ 的数值等于 _____。

13. 把 3 L NO_2 气体依次通过装有能充分满足反应需要的如下物质的装置:饱和 NaHCO_3 溶液、浓 H_2SO_4 和 Na_2O_2 ,最后用排水集气法把残留气体收集在集气瓶中,则集气瓶中收集到的气体是 _____,其气体的体积为 _____。