

中国教育电视台上榜品牌



创新方案科学备考²系

CETV

三维设计
成就梦想

SWSJ

高二同步课堂 (上)

三维设计

—— 从这里 你可以跳得更高

文研出版社

化学

(学生用书)

四方联动 SIFANGLIANDONG

打击盗版 依法维权

图书在版编目(CIP)数据

三维设计·高二化学(上)/孙翔峰主编

—北京:光明日报出版社 2005.11

ISBN 7-80206-159-8

I. 高… II. 孙…

III. 化学课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第126571号

出版发行	光明日报出版社
地 址	北京市崇文区珠市口东大街5号
联系电话	010-67078258
经 销	全国新华书店
印 刷	山东肥城新华印刷有限公司
版 次	2005年11月第1版第1次印刷
开 本	880mm × 1230mm 1/16
印 张	123 字 数 4920千字
书 号	ISBN 7-80206-159-8
全套定价	196.80元

尊重知识产权 ★ 享受正版品质

为保护读者的合法权益
不受侵犯,维护图书的正版
尊严,现开通由光明日报出
版社、图书发行单位、全国
各地新闻出版局、社会群
体有奖举报四方联合打假热
线。
举报电话: 010-67078258



著作权所有 · 请勿擅用本书制作各类出版物 · 违者必究

两地名师 LIANGDIMINGSHI

联袂打造 铸就华章

学科主编 戴 军

(特级教师 黄冈中学学科带头人)

本册主编 李彦玲 刘俊杰

副主编 李焕生 窦同生 李修生

宋连雨



“滚滚长江东逝水，浪花淘尽英雄……”

长江怀抱内的黄冈，人杰地灵，英才辈出。黄冈教育堪称神话，黄冈试题号称秘笈，黄冈中学犹如镶嵌在鄂中大地的一颗明珠。为做到资源共享，我们走进了黄冈……

“黄河之水天上来，奔流到海不复回……”

黄河的雄浑，泰山的灵气，孔孟的哲理孕育了富有内涵、思辩、沉稳、创新的山东教育。教育大省、教育强省、课改前沿成就了山东教育在全国的领跑地位，齐鲁名师功不可没……



三维设计

SANWEISHEJI

《三维设计》集南方之灵秀，北方之厚重，揉智巧与广博于一体，融内涵与经典于一身，历经春秋潜心著，开卷有益智慧出。

三维设计 SANWEISHEJI

引领新潮 舍我其谁

编者儒雅，以研为乐；学者如渴，以思为悦。



SANWEISHEJI

快乐学习每一天

《三维设计》的编写突出一个“新”字，即新理念，新思路，新体例，新内容。“新”的最核心最为闪亮的是“贴近”，是与千百万学生贴近再贴近。最新课改精神明示我们，在教学过程中，要明确学生的主体地位，把握先进的教育理念，突出课程设计的三个维度——知识与能力，过程与方法，情感、态度与价值观，展现课堂教学的三维模式——学生、教师、文本之间的对话，呈现教学过程中心、线、面的三维连接。基于此，《三维设计》应运而生，它将为备考途中的莘莘学子“点一下，扶一把，送一程”，为正在披荆斩棘的师生们扬鞭呐喊，策马助威。





卷首语

金字塔的建造者，不会是奴隶，应该是一批欢快的自由人！第一作出这种预言的是瑞士钟表匠塔·布克。

塔·布克原是法国的一名天主教信徒，1536年因反对罗马教廷的刻板教规，被捕入狱。由于他是一位钟表大师，入狱后，被安排制作钟表。在那个失去自由的地方，他发现无论狱方采取什么高压手段，都不能使他制作出日误差低于1/10秒的钟表，而在入狱前的情形却不是这样，那时，他在自己的作坊里，都能使自己的钟表日误差低于1/100秒。为什么会出现这种情况呢？他发现真正影响钟表准确度的不是环境，而是制作钟表时的心情。对金字塔的建造者，他之所以能得出自由人的结论，就是基于他对钟表制作的那种认识。金字塔这么大的工程，被建造得那么精细，各个环节被衔接得那么天衣无缝，建造者必定是一批怀有虔诚之心的自由人。真难想象，一批有懈怠行为和对抗思想的人，能让金字塔的巨石之间连一个刀片都插不进去……

由此，我们得到启示：在过分指导和严格监管的地方，别指望有奇迹发生，因为人的能力，惟有在身心和諧的情况下，才能发挥到最佳水平。十足劲的发条，很容易有断裂的危险……

《三维设计》

为你

松一松生命之钟的发条

高中生活被同学们形象地比作“爬坡”，在这三年中，稚嫩的肩膀要承受过多的负荷，父母的反复暗示、师长的循循善诱。平日的书山题海成为学生们成长中不能承受的重、不能拒绝的重、不能逃避的重。多少人把高中生活描绘成“天空是灰色的，生活是单调的，思想是被动的，人是机械性的……”。紧张、繁重的学习生活使得学生们就像不断被抽打而拼命旋转的陀螺——不能喘息。

作为服务教育的我们，如何给中学生松绑、减负，激发同学们的学习兴趣，让学生成为学习上的“自由人”，最大限度地发挥他们的学习潜能，这是我们编者近几年一直在思考的问题，也是我们编写本丛书的初衷所在。纵观本丛书，在编写风格上我们更多地注入了对学生的人文关怀、对学习兴趣的培养、对潜能的激发，我们要把学习中的快乐带给学生，让快乐与美好犹如风中的花粉，带给学生们一缕愉悦、一份甜畅。



本丛书与其它同类教辅相比,具有以下突出特色:

一、超脱的编写理念

本丛书突破以往的传统编写模式,以突出学生在课堂学习中的主体地位,充分调动学生的自我参与意识、自我提高意识、自我评价意识,以培养和锻炼学生学习的自主性、独立性、能动性、创造性为编写目的,力争带给学生一种新奇、一种高效,帮助学生跨越课堂学习的限制,进入另外一个时间、空间,分享另外一种学习方式。

二、全新的编写体例

本丛书针对新的课程标准、新的考纲以及学生的实际学情,全面均衡,重新定位,设置了令人耳目一新的编写体例。它将使枯燥的课堂变得异常活跃,使上课听讲、课下学习变成完美的乐符,激发学生的学习活力,让知识立意向能力立意转化变得自然、轻松。

三、精妙的习题设置

跳出题海战术,力避陈题怪题,选题注重新颖性、典型性,科学的专项训练就像游戏闯关一样,更具趣味性,使学生的自学生活变得更充实、更轻松、更快乐。高考仿真的测试使学生身临其境,就像在高考考场一样,自我评估,使学生信心倍增,真正体会信息多变的高考生活,挑战高考,挑战高分。

本书不仅仅是一种创新,而是一套行之有效,基于整合传统学习方法的精华之作,学、练、测三位一体完美的结合,更有效地发挥了科学备考的能动性。学完本书后,你会发现一种“奇”、一种“妙”、一种“美”和一览众山小的“博大”。你会体会到的将是惬意和快乐!

没有年轻人心甘情愿困在自己的时间和空间里;

没有年轻人心甘情愿咀嚼早已过时的知识;

没有年轻人喜欢学习、生活千篇一律;

没有年轻人喜欢学习痛苦似做……

捧起本书,你会拥有一个默默无闻的朋友,永远坚定地站在你身边,支持你、鼓励你、鞭策你、启迪你,用它的优美、它的睿智、它的广博、它的深邃慢慢润泽你的心灵,让你的学习生活有张有弛,以最佳的心态学出精彩,发挥最佳水平。

《三维设计》丛书编委会

2006年夏

第一章 氮族元素	[1]
第一节 氮和磷	(1)
第一课时	(2)
第二课时	(3)
第二节 氨 铵盐	(10)
第一课时	(10)
第二课时	(12)
第三节 硝酸	(18)
第四节 氧化还原反应方程式的配平	(24)
第一课时	(24)
第二课时	(25)
第五节 有关化学方程式的计算	(30)
第一课时	(30)
第二课时	(32)
实验一 氨的制取和性质 铵离子的检验	(36)
章末复习与检测	(38)

当你用全新的角度去挑战别人
惯性思维的时候, 谁有难度!

——《三维设计》

为你揭开高效复习的奥秘



更多精彩

www.tcc-book.com

请点击!

第二章 化学平衡	[42]
第一节 化学反应速率	(42)
第一课时	(42)
第二课时	(44)
第三课时	(45)
第二节 化学平衡	(50)
第三节 影响化学平衡的条件	(55)
第一课时	(56)
第二课时	(58)
第四节 合成氨适宜条件的选择	(65)
实验二 化学反应速率和化学平衡	(71)
第一课时	(71)
第二课时	(72)
章末复习与检测	(74)
期中测试题	[78]
第三章 电离平衡	[80]
第一节 电离平衡	(80)
第一课时	(80)
第二课时	(82)

Contents 目 录



第二节 水的电离和溶液的 pH	(86)
第一课时	(86)
第二课时	(88)
第三节 盐类的水解	(92)
第一课时	(92)
第二课时	(94)
第四节 酸碱中和滴定	(99)
第一课时	(99)
第二课时	(101)
实验三 电解质溶液	(105)
实验四 中和滴定	(107)
章末复习与检测	(108)
第四章 几种重要的金属	(112)
第一节 镁和铝	(113)
第一课时	(113)
第二课时	(115)

更多精彩内容

www.tcb-book.com



请点击!



当你用全新的角度去挑战别人
惯性思维的时候,很有难度!

——《三维设计》

为你揭开高效复习的面纱

第二节 铁和铁的化合物	(123)
第一课时	(123)
第二课时	(125)
第三节 金属的冶炼	(130)
第四节 原电池原理及其应用	(135)
第一课时	(135)
第二课时	(137)
实验五 镁、铝、铁及其化合物的性质	(143)
实验六 原电池原理 金属的电化学腐蚀	(145)
章末复习与检测	(147)
期末综合练习(一)	(152)
期末综合练习(二)	(155)
期末测试题	(158)
参考答案	(161)

Contents

目 录





第一章

氮族元素



章首导读

【知识概要】

从知识内容上看,本章可以分为三部分,第一部分是章引言及第一、二、三节,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性质变化规律,并介绍氮族元素的单质及其化合物的知识,第二部分是第四节,介绍氧化还原反应方程式的配平方法,第三部分是第五节,介绍有关化学方程式的计算。

本章教材有以下特点:

1. 加强理论知识对元素及其化合物知识的指导作用。在高一已介绍了原子结构和元素周期律,运用这些理论知识来指导元素化合物知识的学习,对于学生来说,可起到复习、巩固和运用知识的作用。

2. 注意与介绍过的知识衔接。例如,在介绍氮时,从学过的氯气与氢气反应生成氯化氢引入;在介绍硝酸时,联系中学学过的硝酸的知识;在介绍有关化学方程式的计算时,联系并复习物质的量应用于化学方程式的计算,等等。这样,即复习了旧知识,又可以降低学生学习新知识的难度。

3. 重视培养学生的能力。例如,教材在一些地方有意地安排了讨论,以启发学生通过思考得出结论;在介绍有关化学方程式的计算时,给出思路及解题方法,以此来培养学生的思维能力和训练解题技能。

4. 注重图文并茂。本章结合知识内容,选配了较多的图画,使学生一目了然,易于理解,印象深刻,并增加兴趣。

关于氮族元素性质及规律性变化的知识,是在高一化学的原子结构和元素周期律的理论及其他族元素化合物知识的基础上介绍的,这样的学习方法学生已经熟悉,所以,本章没有将这部分内容单独编成一节,而是作为章引言来介绍,关于氮族元素的单质及其化合物的内容,则是比较典型的用理论指导元素化合物知识学习的内容,所以,大部分内容对于学生来说一般不会构成难点。氧化还原反应方程式的配平,是在高一氧化还原反应的基础上介

绍配平的方法,开始可能会给学生学习造成一些困难。但是,由于没有涉及过于复杂的反应,在了解了基本方法,并理解氧化还原反应的概念后,不会构成难点。有关化学方程式的计算,与初中和高一相比,在难度和综合性上都有所提高,学生初学时可能会感到有些困难。

本章所涉及的氮、磷等元素知识是非金属元素的命题热点之一,试题常以元素及其化合物知识为载体,与化学基本概念、基本理论、化学实验及化学计算密切结合,考查的内容主要有:

1. 浓 HNO_3 的强氧化性;
 2. NH_3 、 NH_4^+ 的检验与鉴别;
 3. NH_3 、 NO 、 NO_2 等气体的制取和收集;
 4. 根据得失电子守恒推断 HNO_3 的还原产物;
 5. 环境保护,消除氮的氧化物污染的综合应用。
- 其中命题的热点是以氧化还原反应为知识内容,以化工生产或环境保护为背景,综合考查物质的性质以及与此相关的理论、实验和计算。

本章重点 氮的単质和化合物的化学性质,氧化还原反应方程式的配平,有关化学方程式的计算。

本章难点 极性分子和非极性分子,氧化还原反应方程式的配平,有关化学方程式的计算,硝酸的氧化性。

【命题热点】

由于氮元素价态多变,与其它族元素联系密切,因此,在高考命题中将会以氮元素及其化合物为知识背景,考查氧化还原反应、物质的推断、化工生产及环境保护等方面的知识。另外,氮和磷是生物体中不可缺少的营养元素,在植物生命活动中有极其重要的地位,与生物学知识进行综合测试也是热点问题之一,2005 年的高考命题就说明了这一点。

第一节

氮和磷

【目标展示】

1. 了解氮族元素性质的相似性和递变规律。
2. 理解氮气的化学性质。
3. 了解磷的性质,了解非极性分子的概念。
4. 掌握运用元素周期律和原子结构理论知识指导元素化合物知识学习的方法。

(明确目标,有的放矢)

不用电的电灯泡(一) 某中学的趣味化学表演大会正在热烈地进行着,其中一个节目格外引人注目,只见一根木杆上挂着一只 200 瓦左右的电灯泡,这个灯泡发出耀眼的白光,就亮度来说,一般的电灯泡起它来是望尘莫及的,然而这个电灯泡并没有任何电线引入,因为它是一个不用电的电灯泡。请你们想一想,这个不用电的电灯泡的秘密在哪里?



名师同步课堂

与名师一道探究精彩！

第一课时



课堂导引

想一想

1. 试从 N_2 的分子结构特点出发, 分析 N_2 参加的化学反应的共同特点。

2. 氮族元素按原子序数的递增, 单质的熔、沸点依次升高吗? 为什么?

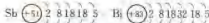
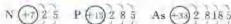


创新学案

讲一讲

一、氮族元素

1. 原子结构(见圈)



2. 周期表中的位置

位于第 VA 族, 从 N 到 Bi 分别是第 2, 3, 4, 5, 6 周期。

▶▶▶ 示例点拨 (用实例说话)

示例 1 铋是氮族元素原子序数最大的元素, 试推测单质或其化合物可能具有的性质是 ()

- A. 铋能形成很稳定的气态氢化物
- B. 铋的最高价氧化物对应的水化物的酸性比磷酸强
- C. 铋单质可能具有良好的导电性并且具有较大的密度
- D. 铋的两种常见氧化物 Bi_2O_3 与 Bi_2O_5 事实上是碱性氧化物

解析 铋是位于周期表中第 VA 族的最后一个元素, 根据同主族元素性质自上而下的递变规律, 气态氢化物稳定性减弱, 但铋为金属, 无负价, 故无气态氢化物; 最高价氧化物对应水化物的酸性减弱, $HBiO_3$ 为弱酸, 因而 Bi_2O_3 不是碱性氧化物。

答案 C

评注 某一主族中最后一个元素性质的预测要重点看两个方面, 一是本主族元素性质变化的规律, 二是本主族位于周期表中的位置, 第 VA 族元素由典型的非金属(N, P)向典型的金属(Sb, Bi)变化, 因而 Bi 以金属性为主。

3. 相似性

最高正价为 +5 价, 最低负价为 -3 价, 最高价氧化物对应的水化物的通式为 H_3RO_4 或 HRO_3 , 气态氢化物的通式为 RH_3 。

4. 递变性

从氮到铋随核电荷数增加电子层数依次增多, 原子半径依次增大, 原子核对外层电子的引力依次减弱, 原子的得电子趋势依次减弱, 失电子趋势依次增强, 因此元素的非金属性减弱, 金属性增强。氮、磷表现较显著的非金属性, 砷为半金属, 但表现出一些金属性, 而锑、铋表现出比较明显的金属性。

▶▶▶ 示例点拨 (用实例说话)

示例 2 关于氮族元素的叙述中正确的是 ()

- A. 在气态氧化物里化合价均为 +3 价
- B. 气态氢化物的稳定性依次增强
- C. 单质的熔沸点依氮—铋而升高
- D. 它们的最高价氧化物对应的水化物的酸性依次减弱

解析 本题综合考查氮族元素的物理性质和化学性质, 从氮到铋非金属性依次减弱, 金属性依次增强, 气态氢化物稳定性依次减弱, 气态氢化物的化学式为 RH_3 , 而 R 为 -3 价, 最高价氧化物对应的水化物的酸性依次减弱, 氮族元素的单质的熔沸点既有升高又有降低。

答案 D

评注 物质是由元素构成的, 元素只能以游离态(单质)或化合态(化合物)存在于自然界中, 研究元素的性质就是研究它的原子半径、化合价、金属性和非金属性等基本性质。对于同主族元素而言, 电子层数越多, 原子半径越大的原子, 失电子能力越强, 表现出较强的金属性。

▶▶▶ 示例点拨 (用实例说话)

示例 3 (2005 年苏州市测试题) 通常情况下, 氮气很不活泼, 原因是 _____; 氮气的熔沸点很低, 原因是 _____。

解析 氮气的稳定性取决于氮气分子的结构, 氮气分子是由 2 个氮原子共用 3 对电子结合而成的, 氮分子中有 3 个共价键 ($N \equiv N$), 它的键能很大 (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; 这就需要吸收很高的能量, 因此, 在通常情况下, 氮气的化学性质很不活泼。但氮元素是一种较为活泼的非金属元素; 氮气的熔沸点是由分子间作用力(范德华力)决定的。

答案 由于氮分子中有 3 个共价键, 键能很大; 氮气(固态时)属于分子晶体, 且相对分子质量较小, 熔化和汽化时克服的分子间作用力也小

评注 解答试题时要注意答题语意的准确性和针对性, 用化学原理答题切忌犯答非所问的错误。因此必须加强对概念、原理等知识的辨析能力。

二、氨气

1. 氨气的物理性质

纯净的氨气是无色无味难溶于水的气体, 沸点比水低, 工业上据此分离出液态空气中的氨气。

2. 氨气的化学性质

氨气的化学性质不活泼, 必须在高温、高压或放电的条件下才能与某些物质发生反应, 氨气既可表现出还原性, 又可表

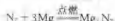
不用电的灯泡(二) 原来, 这个灯泡中装有铁屑和浓硫酸, 它们在灯泡内发生激烈的化学反应, 引起可被激发光。大家知道, 浓硫酸具有强烈的氧化性, 尤其是和一些金属相遇时更能显示出它的氧化本领, 金属铁又是特别容易被氧化的物质, 所以它俩是天生的“门当户对”了, 只要一相遇, 便立刻发生剧烈的化学反应:

现出氧化性。

(1)氮气的还原性



(2)氮气的氧化性



►► 示例点拨 (用案例说话)

【例1】 1 g 镁和氧反应生成氧化镁时增重 0.67 g, 但 1 g 镁在空气中燃烧时增重不足 0.67 g, 请说明增重不足 0.67 g 的原因。

【解析】 由于镁在空气中燃烧时除生成氧化镁外, 还要生成氮化镁, $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$, 1 mol Mg 生成 1 mol MgO 时增重 16 g, 而 1 mol Mg 生成 $\frac{1}{3}$ mol Mg_3N_2 只增重 9.3 g, 所以 1 g Mg 在空气中燃烧时, 增重低于 0.67 g。

【答案】 见解析

【评注】 要充分考虑一定条件下可能存在的副反应。

3. 氮的固定

把大气中的氮气转化为化合态的氮的化合物的过程叫氮的固定。

氮的固定 $\left\{ \begin{array}{l} \text{自然固氮} \left\{ \begin{array}{l} \text{雷电} \\ \text{生物固氮, 如根瘤菌} \end{array} \right. \\ \text{人工固氮: 合成氨等} \end{array} \right.$

►► 示例点拨 (用案例说话)

【例2】 氮的固定是指

- 植物从土壤中吸收含氮养料
- 豆科植物根瘤菌将含氮化合物转变为蛋白质
- 将氮转变为硝酸及其他氮的化合物
- 将空气中的氮气转变为含氮的化合物

【解析】 根据氮的固定的定义, 把大气中的氮气转化为化合态的氮的过程, 得 A、B、C 是其片面的观点。

【答案】 D

【评注】 在搞一些概念题时, 我们一定要把握概念的准确性、全面性, 防止似懂非懂。

1. 氮气的用途

- 惰性之用: 保护气(充灯泡、焊接金属、保存粮食等)。
- 作原料用: 合成氨、制 HNO_3 等。

随堂巩固 练一练

- (2005 年高考天津卷) 下列叙述正确的是 ()
 - 随核电荷数的递增, 氮族元素的单质密度依次减小
 - 氮和磷只表现出非金属性, 铋和铊则表现出比较明显的金属性
 - PH_3 稳定性强于 NH_3
 - 硝酸的酸性弱于磷酸

2. 下列元素按非金属性递增排列的是 ()

- N, P, As
- N, C, O
- P, S, F
- O, F, Cl

3. 下列气体不会造成大气污染的是 ()

- SO_2
- N_2
- NO_2
- CO

4. (2005 年潍坊) 某氮的氧化物和 CO 在催化剂存在下充分反应, 生成物质的量之比为 1:2 的 N_2 和 CO_2 , 该氧化物是 ()

- N_2O
- NO
- NO_2
- N_2O_5

5. 下列气体中只能用排水法收集的是 ()

- H_2
- CO_2
- NO
- NO_2

6. 在氮的某种氧化物中, 氮元素和氧元素的质量比为 7:12, 则该氧化物中氮元素的化合价为 ()

- +5
- +4
- +3
- +2

7. (2005 年高考河南卷) N_2 和 H_2 在一定条件下合成氨, 若测得反应后气体比反应前气体的总体积减少 6 L, 则生成的 NH_3 的体积为 ()

- 2 L
- 3 L
- 4 L
- 6 L

8. 通常情况下, N_2 的化学性质很不活泼, 原因是

_____, 但在一定条件下又可与某些物质反应。有两种气体, 一种能氧化 N_2 , 一种能还原 N_2 ,

写出这两个反应的方程式:
氧化 N_2 : _____;
还原 N_2 : _____。

9. 将 2.4 g 镁在氧气中完全燃烧后固体增重 1.6 g, 同质量的镁在空气中完全燃烧后固体增重 _____ (填“大于”、“小于”或“等于”) 1.6 g, 原因是 _____。

第二课时

课堂导引 想一想

1. N 与 F 比较, 谁的非金属性更强?

2. 如何鉴别 NO_2 与 Br_2 蒸气?

不用电的电灯泡(三) $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{MgSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

在反应过程中放出大量的热量, 使电灯泡内的温度急剧上升, 很快地使钨丝达到熔点, 在浓硫酸充分供给氧的情况下, 钨丝燃烧得更旺, 好象照明灯一样。

创新学案 讲一讲

三、氮的化合物

1. 氮的氧化物

氮的氧化物常见的有六种,重要的有 NO 、 NO_2 、 N_2O 。

① N_2O 俗称笑气,可作麻醉剂。

② N_2O_5 : 亚硝酸, $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$ 。

③ N_2O_4 : 硝酸, $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$ 。

④ NO : 无色无味难溶于水的气体,既有氧化性又有还原性,有剧毒,可与血红蛋白结合使人中毒,为大气污染物之一。实验室制备的原理为 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

⑤ NO_2 : 红棕色有刺激性气味的有毒气体,常用作氧化剂,能使湿润的 KI 淀粉试纸变蓝, $2\text{NO}_2 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{I}_2$, 能与水反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 是污染大气和形成酸雨的原因之一。实验室的制取原理为 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

⑥ N_2O_3 : 无色气体, $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 。

▶▶▶ 示例点拨 (用实例说话!)

示例 1

Muird 等三位教授最早提出 NO 分子在人体内具有独特功能,近年来此领域研究有很大的进展,因此这三位教授荣获了 1998 年诺贝尔医学及生理学奖,关于 NO 的下列叙述不正确的是 ()

- A. NO 可以是某些含低价 N 物质氧化的产物
- B. NO 不是亚硝酸酸酐
- C. NO 可以是某些含高价 N 物质还原的产物
- D. NO 是红棕色的气体

【解析】 本题主要考查的是氮的氧化物中的一氧化氮的物理性质和氧化还原反应中化合价的运用, NO 中氮元素的化合价为 +2 价,是氮元素化合价的中间价态,所以它是低价 N 物质氧化(价升高)的产物,也是高价 N 物质还原(化合价降低)的产物。一个氧化物是否是某酸的酸酐主要看化合价,若其中心元素的化合价相同则是, NO 无色。

【答案】 D

【评注】

氧化物分类比较复杂,按照不同的情况有不同的分类方法,可按是否由金属与氧元素形成的化合物,分为金属氧化物与非金属氧化物,按金属氧化物含氧量的情况,可得金属氧化物分为氧化物、过氧化物、超氧化物、臭氧化物等,若按其与酸碱的反应情况可把氧化物分为酸性氧化物、碱性氧化物、两性氧化物及不成盐氧化物。

2. 有关 NO 、 NO_2 、 O_2 混合气体溶于水的计算

对于 NO 、 NO_2 和 O_2 混合溶解溶于水的计算,一是必须弄清反应的原理,二是找出参加反应的 NO 、 NO_2 和 O_2 的体积或物质的量,有关反应的原理为 $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 。

① 若气体为 NO_2 , 溶于水后减少的气体体积为原来的 $\frac{2}{3}$, 余下的为原来的 $\frac{1}{3}$, 可用差量法计算。

② 若气体为 NO_2 和 NO , 则仅 NO_2 与水反应, 每 3 体积 NO_2 参加反应, 气体体积就减少 2 体积, 可用差量法计算。

③ 若气体为 NO 和 O_2 , 溶于水后发生的总反应可写为



(a) 当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) = 4 : 3$ 时, 无气体剩余。

$$V(\text{NO}) = \frac{4}{7}V(\text{总}), V(\text{O}_2) = \frac{3}{7}V(\text{总})$$

(b) 当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) < 4 : 3$ 时, O_2 过量, 剩余气体为 O_2 , 设为 $V_1 \text{ L}$, 则:

$$V(\text{NO}) = \frac{4}{7}[V(\text{总}) - V_1]$$

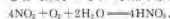
$$V(\text{O}_2) = \frac{3}{7}[V(\text{总}) - V_1] + V_1$$

(c) 当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) > 4 : 3$ 时, NO 过量, 剩余气体为 NO , 设为 $V_2 \text{ L}$, 则:

$$V(\text{NO}) = \frac{4}{7}[V(\text{总}) - V_2] + V_2$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{3}{7}[V(\text{总}) - V_2]$$

④ 若气体为 NO_2 和 O_2 , 溶于水后发生的总反应可写为



(a) 当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 4 : 1$ 时, 无气体剩余。

$$V(\text{NO}_2) = \frac{4}{5}V(\text{总}), V(\text{O}_2) = \frac{1}{5}V(\text{总})$$

(b) 当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) < 4 : 1$ 时, O_2 过量, 剩余气体为 O_2 , 设为 $V_1 \text{ L}$, 则:

$$V(\text{NO}_2) = \frac{4}{5}[V(\text{总}) - V_1]$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{5}[V(\text{总}) - V_1] + V_1$$

(c) 当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) > 4 : 1$ 时, NO_2 过量, 剩余气体为 NO , 设为 $V_2 \text{ L}$, 则:

$$V(\text{NO}_2) = \frac{4}{5}[V(\text{总}) - 3V_2] + 3V_2$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{5}[V(\text{总}) - 3V_2]$$

⑤ 若气体为 NO_2 、 NO 、 O_2 混合溶于水, 可先将 NO_2 溶于水变为其体积 $\frac{1}{3}$ 的 NO , 再按上述 NO 、 O_2 混合溶于水的计算方法进行计算。

▶▶▶ 示例点拨 (用实例说话!)

示例 2

在相同条件下, 在三支容积相同的试管 a、b、c 中分别充入等体积的两种气体: a 管是一氧化氮和二氧化氮, b 管是一氧化氮和氧气, c 管是二氧化氮和氧气。将 a、b、c 三支试管分别倒立于水槽内, 则水面上升的高度是 ()

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

【解析】 a 管中的一氧化氮不与水反应也不溶于水, 二氧化氮与水反应生成 HNO_3 和 NO , 体积减少了原 NO_2 的 $\frac{2}{3}$, 故水面上升到总体积的 $\frac{1}{3}$ 处。b 管中 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$, 余气为氮气, 体积为原来氧气的 $\frac{1}{4}$, 所以水面上升到总体积的 $\frac{7}{8}$ 处。c 管中 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$, 余气为氧

难扑灭的火焰(一) 某工厂仓库中堆放的面粉正在燃烧, 放出耀眼的白光, 隔壁就是化学药品仓库, 如果不及时扑灭, 势必发生更大的火灾事故。保管员小张用二氧化碳灭火器去灭火, 不但没有把火扑灭, 反而烧得更旺。后来用水洗, 也无济于事, 最后, 还是有经验的消防队员用很普通的方法就把火扑灭了, 避免了一场重大的火灾发生。请读者们想一想, 消防队员是用什么方法把火扑灭的?

气, 体积为原来氮气的 $\frac{3}{4}$, 所以水面上升到总体积的 $\frac{5}{8}$ 处。

【答案】 D

【评注】 对于氮的氧化物与 O_2 混合溶于水后所产生的物质的情况的分析, 一般要运用总体分析法, 找出参加反应的氮的氧化物和 O_2 的体积, 分析余下气体的可能, 然后运用数学方法分析液面高度变化以及所得溶液的物质的量浓度, 本题若是在标准状况下, 所得溶液不扩散, 它们的物质的量浓度分别为:

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

$$c_b = \frac{\frac{1}{2}V}{22.4 \text{ L/mol} \times \frac{2}{3}V} = \frac{1}{39.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$$c_c = \frac{\frac{1}{2}V}{22.4 \text{ L/mol} \times \frac{5}{8}V} = \frac{1}{28} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

四、磷

1. 同素异形体

一种元素形成几种单质的现象叫同素异形现象, 由同一种元素形成的多种单质叫做这种元素的同素异形体。

常见的同素异形体有: 白磷与红磷、金刚石与石墨、 O_2 与 O_3 。

同素异形体, 同位素, 元素的区别

	同素异形体	同位素	元素
对象	单质	核素	同类原子(游离态、化合态)
特点	同一元素的不同单质	质子数相同中子数不同的原子	质子数相同的同类原子
物理性质	不同	不同	——
化学性质	相似	相同	由具体物质决定

2. 磷的物理性质

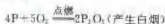
白磷和红磷的物理性质的比较

名称	白磷	红磷
颜色、状态	白色蜡状固体	暗红色粉末
溶解性	在水中不溶 在 CS_2 中易溶	不溶 不溶
在空气中能否自燃	常温下在空气中 有磷光, 能自燃	不发磷光, 不自燃
相互转化	白磷 $\xrightarrow[\text{460}^\circ\text{C 升华}]{\text{隔绝空气加热到 } 260^\circ\text{C}}$ 红磷	
保存	少量保存在水中, 大量密封保存	密封保存

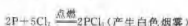
注①: 白磷和红磷之间的转化是化学变化, 但不是氧化还原反应

3. 磷的化学性质

(1) 与氧气反应: 白磷易自燃, 着火点 40°C ; 红磷着火点 240°C 。



(2) 与卤素化合



(3) 与 H_2 反应: P 与 H_2 很难反应, 缓慢化合生成少量 PH_3 , $2P + 3H_2 \xrightarrow{\Delta} 2PH_3$ 。

►► 示例点拨 (2004 年高考广东卷) 只含有一种元素的物质

【例 1】 (2004 年高考广东卷) 只含有一种元素的物质

- A. 可能是纯净物也可能是混合物
B. 可能是单质也可能是化合物
C. 一定是纯净物
D. 一定是一种单质

【解析】 此题主要考查同素异形体的知识, 同一元素组成不同性质的多种单质, 如: 磷的单质有红磷和白磷, 故 C、D 错; 另外同一种元素不可能形成化合物, 化合物至少由两种元素构成, 故 B 错。

【答案】 A

【评注】 要准确把握单质、化合物、纯净物、同素异形体、同位素等一些基本概念。

4. 存在: 自然界中没有游离态的磷, 主要以磷酸盐的形式存在(磷灰石)。

随堂巩固 练一练

- 磷为第 4 周期 VA 族元素, 根据它在元素周期表中的位置推测, 磷不可能具有的性质是 ()
A. 磷的单质在通常状况下是固体
B. As_2O_3 对应水化物的酸性比 H_3PO_4 弱
C. 磷可以有 -3 、 $+3$ 、 $+5$ 等多种化合价
D. 磷的还原性比磷的还原性强
- 为防止水污染, 我国许多地区对洗衣粉的成分加以限制。这些地区不得在销售使用的洗衣粉中含有 ()
A. 硅酸钠 B. 烷基苯磺酸钠
C. 三聚磷酸钠 D. 蛋白酶
- (2005 年郑州模拟) 常用的安全火柴盒的侧面涂有红磷和 Sb_2S_3 等, 火柴头上的物质一般是 $KClO_3$ 、 MnO_2 和 S, 其中起氧化剂作用的是 ()
A. Sb_2S_3 B. 红磷
C. $KClO_3$ D. S
- 下列关于磷及其化合物的叙述不正确的是 ()
A. 白磷、红磷都有毒, 且都应保存在水中
B. 磷酸比硝酸稳定, 不易分解

难扑灭的火焰(二) 有经验的消防队要用大量的黄沙去灭火, 使燃烧的镁粉与空气隔绝, 达到灭火的目的。为什么只能用黄沙呢? 因为二氧化碳会和镁反应, 镁可以在二氧化碳中燃烧生成氧化镁和单质碳。在高温下镁也可以和水反应生成氧化镁和氢气。

- C. 白磷隔绝空气加热可以得到红磷
D. 磷酸二氢钙可溶于水,故可以当磷肥直接施用
5. 目前我国许多城市和地区定期公布空气质量报告,在空气质量报告中,一般不涉及 ()
A. SO_2 B. NO_2
C. CO_2 D. 可吸入颗粒物
6. 在体积为 V L 的密闭容器中通入 a mol NO 和 b mol O_2 ,充分反应后容器内氮原子数和氧原子数之比为 ()

A. $\frac{a}{b}$ B. $\frac{a}{2b}$
C. $\frac{a}{a+2b}$ D. $\frac{a}{2(a+b)}$

7. (2005 年徐州模拟)能证明氮元素比磷元素非金属性强的事实是 ()

① HNO_3 比 H_3PO_4 酸性强 ② N_2 是气态而 P_4 是固态
③ NH_3 极易溶于水, PH_3 难溶于水 ④ NH_3 比 PH_3 稳定

A. ①② B. ②③
C. ①③ D. ①④

8. 除去红磷中混有的白磷,可采用的方法是 ()

A. 点燃 B. 加水
C. 加 CS_2 D. 加 HCl

9. 光化学烟雾形成的化学过程是:当汽车尾气产生的 NO_x 在日光照射下分解成为 NO 和 O 时,即开始光化学烟雾的循环,不断地产生 O_3 ,这个循环包括了下列三个化学方程式:

(1) $\text{NO} \xrightarrow{\text{光}} \text{NO} + \text{O} \quad \text{②} \quad \text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$
(2) 写出以上三个化学反应的净结果:



综合能力培养

要点四, 全例突破!

要点一 氮族元素

- 名师精讲台 (听名师讲解)

氮族元素包括 N、P、As、Sb、Bi 它们的金属性依次增强,非金属性依次减弱,在氮族元素中,我们要重点关注 N 和 P 的化学性质及用途。

- 题题共享区 (查题解详谈)

►例 1 关于非金属元素 N、O、Cl、P 的叙述正确的是 ()

A. 在通常情况下其单质均为气体
B. 其单质均为双原子分子构成
C. 都属于主族元素
D. 每种元素仅生成一种氢化物

【思路推展】 本题考查的是氮族元素与相近的两族元素中单质的构成以及其性质等的综合考查。N、O、Cl 三种元素的单质在通常情况下为气态,而 P 的单质如白磷、红磷等为固体,其单质分别为 N_2 、 O_2 、 Cl_2 、 P_4 、P、N、O、Cl、P 分别属于第 VA、VIA、VIIA、VIA 族,其与氢元素的化合物有: NH_3 、 N_2H_4 、 H_2O 、 H_2O_2 、 HCl 、 PH_3 等。

【正确答案】 C

【拓展延伸】 磷元素的单质有白磷(P_4)、红磷(P),氮的氢化物较多有氨气(NH_3)、肼(N_2H_4)、叠氮化氢(HN_3)。

- 达标直通车 (练自身能力)

(2005 年高考上海卷)据报道,科学家已成功合成了少量 N_5 ,有关 N_5 的说法正确的是 ()
A. N_5 是 N_2 的同素异形体
B. N_5 是 N_2 的同分异构体
C. 相同质量的 N_2 和 N_5 所含原子个数比为 1:2
D. N_5 的摩尔质量是 35 g

要点二 氮族元素与同周期相邻元素性质对比

- 名师精讲台 (听名师讲解)

氮族元素的非金属性比同周期 IVA 族强,比 VIIA 族弱,我们要重点关注 N 与 C、N 与 O 的比较, P 与 Si、P 与 S 的比较。

- 题题共享区 (查题解详谈)

►例 2 下列说法正确的是 ()

A. C、N、O、F 的氢化物 CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 HF 的稳定性逐渐增强
B. Si、P、S、Cl 是高价氧化物的水化物的酸性逐渐减弱
C. 从 N 元素到 Bi 元素的单质的氧化性逐渐减弱
D. 从 N 元素到 Bi 元素的单质的熔沸点逐渐升高

【思路推展】 同周期相邻元素或同主族元素性质的递变性有一定的规律,C、N、O、F 和 Si、P、S、Cl 分别是第 2 周期和第 3 周期的主族元素,对于同周期的主族元素,从左到右随着最外层电子数目的增加(除稀有气体元素),元素原子的得电子能力逐渐增加,失电子能力减弱,其气态氢化物的稳定性增强,最高价氧化物对应的氧化物的酸性增强,对于同主族元素由上到下随着原子半径的增加,核对最外层电子的吸引能力的减弱,使其得电子能力减弱,失电子能力增强,即还原性增强,氧化性减弱。

【正确答案】 A

【拓展延伸】 在化学的学习中有很多规律可循,但规律中也有例外,要辩证的去看待问题,元素周期律中对元素单质的物理性质有很多例外,如碱金属元素单质的密度,氮族元素单质的熔沸点和颜色等。

- 达标直通车 (练自身能力)

(2003 年高考全国理综卷)X、Y、Z 是短周期元素的三种常见氧化物,X 跟水反应后可生成一种具有还原性的不稳定的二元酸,该酸的化学式是 _____, Y 和 X 的组成元素相同, Y 的化学式是 _____; 1 mol Z 在加热时跟水反应的产物需要用 6 mol 的氢氧化钠才能完全中和,Z 的化学式是 _____,其中和产物的化学式是 _____,在一定条件下, Y 可以跟非金属单质 A 反应生成 X 和 Z,其反应的化学方程式是 _____。

要点三 氮的化合物之间的转化

- 名师精讲台 (听名师讲解)

氮与氢气反应可生成一系列氮的氧化物(N_2O 、 NO 、 N_2O_2 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5)与 H_2 反应可生成 NH_3 、 NH_4^+ 与 O_2 、 NH_3 与 NO 、 NO_2 等也能发生反应,我们要注意这些反应的反应条件。

- 题题共享区 (查题解详谈)

►例 3 在一定条件下,NO 与 NH_3 可以发生反应生成 N_2 和 H_2O ,现有 NO 和 NH_3 的混合物 1 mol,充分反应所得的产物中,经还原得到的 N_2 比经氧化得到的 N_2 多 1.4 g。

墙上出汗(一) 春天到了,小王家的屋墙刚刚用白灰粉刷一新,可是两天以后,小王好奇地指着墙问爸爸:“墙怎么出汗了?”爸爸笑了笑把问题回答了,谁能猜到小王的爸爸是怎么回答的?



(1) 写出反应的化学方程式并标出电子转移的方向和数目。

(2) 若以上反应进行完全, 试计算原反应混合物中 NO 和 NH₃ 的物质的量可能各是多少?

【思路推助】 6 mol NO 还原得到 3 mol N₂; 4 mol NH₃ 氧化得到 2 mol N₂, 二者相差 1 mol N₂, 现相差 1.4 g 即 $\frac{1.4 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 相当于 0.3 mol NO 和 0.2 mol NH₃ 反应, 依题意其中必有一种物质过量, 1 mol - 0.3 mol = 0.2 mol = 0.5 mol, 因而有两种情况: NH₃ 过量时原混合气体的组成为 0.3 mol NO, 0.7 mol NH₃; NO 过量时, 原混合气体的组成为 0.2 mol NH₃, 0.8 mol NO。

【正确答案】 (1) $6\text{NO} + 4\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{得 } 12e^-} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

失 12e⁻

(2) 0.3 mol NO 和 0.7 mol NH₃ 或 0.2 mol NH₃ 和 0.8 mol NO

【拓展延伸】 此类题难度虽然不大, 但标明电子转移方向时, 要遵循反应式中的化学计量数, 且还原产物比氧化产物多 1 mol。涉及的计算是高考平时考查的重要考点之一, 此题也可按反式思维为

$6\text{NO} + 4\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{得 } 12e^-} 3\text{N}_2 (\text{还原产物}) + 2\text{N}_2 (\text{氧化产物}) + 6\text{H}_2\text{O}$

6 mol 4 mol 还原产物比氧化产物多 1 mol。

0.3 mol 0.2 mol $\frac{1.4 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$ 。

然后讨论分析得出结论。

▶▶▶ 达标直通车 3 (练习能力)

实验室制氨气, 可用 NaNO₂ 晶体与 NH₄Cl 饱和溶液在加热的条件下发生如下反应:

$\text{NaNO}_2 (\text{s}) + \text{NH}_4\text{Cl} (\text{饱和溶液}) \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$

(1) 如果 N₂ 中混有 CO₂ 和 H₂O, 要得到纯净、干燥的 N₂, 应将混合气体通过装有 _____ 的洗气瓶, 再通过盛有 _____ 的洗气瓶。

(2) 若要制得标准状况下的 N₂ 448 mL, 需 NaNO₂ 晶体 _____ g, 反应中共转移电子的物质的量为 _____。

光化学烟雾

NO_x 是大气污染物, 空气中的 NO_x 主要来自石油产品和煤的燃烧、汽车尾气以及硝酸工厂的废气等。空气中的 NO_x 是造成光化学烟雾的主要因素。NO_x 在紫外线的作下, 会发生一系列光化学反应, 产生一种有毒的烟雾——光化学烟雾, 刺激呼吸器官, 使人生病甚至死亡。

要点四 NO、NO₂ 的性质和有关计算

▶▶▶ 名师精讲台 (听名师讲解)

此类计算较难, 对思维的层次要求较高, 平时注意多思多练, 并注意差量法的运用。

▶▶▶ 例题共享区 (看题悟理)

【例 3】 将盛有 25 mL NO、NO₂ 混合气体的量筒倒立于水槽中, 反应后容器内气体体积缩小为 15 mL, 则原混合气体中 NO、NO₂ 的体积比是 ()

A. 8:2 B. 2:3
C. 4:1 D. 1:4

【思路推助】 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO} \quad \Delta V$
3 1 2
V(NO₂) 10 mL
 $V(\text{NO}_2) = \frac{3 \times 10 \text{ mL}}{2} = 15 \text{ mL}$

则原混合气体中 V(NO) : V(NO₂) = (25 - 15) : 15 = 2 : 3。

【正确答案】 B

【拓展延伸】 在解计算题时, 巧妙使用差量法, 可使解题过程简便易行, 准确率高, 速度快。差量可以是体积差、质量差、质量差等多种形式。

▶▶▶ 达标直通车 4 (练习能力)

把 40 mL NO 和 NO₂ 的混合气体与 20 mL O₂ 同时通入倒立于水槽中盛满水的量筒中, 充分反应后, 量筒里还剩下 5 mL 气体, 求原混合气体中 NO 和 NO₂ 各是多少毫升 (气体体积均在相同条件下测得)?

名师精讲台

NO_x 与碱的反应

若将 NO_x 气体通入 NaOH 溶液 (足量) 中充分反应, NO_x 将全部被吸收, 最后无气体剩余, 生成的盐为 NaNO₂ 和 NaNO₃。

要点五 磷的性质

▶▶▶ 名师精讲台 (听名师讲解)

磷与氧的反应、磷与水的反应是我们学习的重点。

▶▶▶ 例题共享区 (看题悟理)

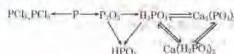
【例 5】 一种蜡状固体在空气中完全燃烧生成白色粉末 X, 将 X 加入冷水中生成含氧酸 Y, 将 X 加入热水中生成含氧酸 Z, 从以上实验可判断此蜡状固体是 _____, X 是 _____, Y 是 _____, Z 是 _____, X 与冷水反应的方程式是 _____。

【思路推助】 X 是燃烧后的产物, 可与冷水、热水反应生成含氧酸且 X 为白色粉末, 从而可判断 X 为 P₂O₅, 其他的可依次推出。

【正确答案】 白磷 P₂O₅ H₃PO₃ H₃PO₄

P₂O₅ + H₂O (冷水) = 2H₃PO₃

【拓展延伸】 磷及其化合物的转化关系如图所示:



墙上出汗(二) 小王的爸爸回答说: 刷墙用的白灰是氢氧化钙, 刷到墙上之后, 又和空气中的二氧化碳发生化学反应生成坚硬的碳酸钠和水, 所以墙上所出的“汗”, 就是经过化学反应生成水的结果。反应方程式请同学们写出来!

达标直通车 (练自身体力)

已知脊椎动物的骨骼中含有磷,以下是测定动物骨灰中磷元素含量的实验方法。称取某动物骨灰样品 0.103 g,用硝酸处理,使磷转化成磷酸根,再加入某试剂,使磷酸根又转化成沉淀。沉淀经灼烧后得到组成为 $P_2O_5 \cdot 2H_2O$ 的固体(其相对分子质量以 3.60×10^3 计)0.504 g。试由上述数据计算该骨灰样品中磷的质量分数(磷的相对原子质量以 31.0 计)。

氮族元素

氮、磷的性质差异

在氮族元素中氮元素的非金属性比磷元素的非金属性强,但氮元素的单质氮气的化学性质比磷元素的单质的化学性质稳定。

要点六 氮族元素的原子结构

名师精讲 (听名师讲解)

氮族元素的原子最外层皆有 5 个电子,在反应中容易得到 3 个电子,达到 8 个电子的稳定结构,故做题及思考有关问题时,要注意 N 三价的运用。

题题共享 (看解题样板)

【例 6】某元素的最高价氧化物为 R_2O_5 ,该元素的气态氢化物中氮元素的质量分数为 8.82%,已知该元素原子核内中子数比核外电子数多 1。试推断:

- (1)该元素的名称是 _____,元素符号是 _____。
- (2)该元素的最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱与同周期的其他元素最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱的比较应为 _____ (写化学式)。
- (3)预测该元素氢化物与 HCl 反应后的产物可能为 _____。

【思路推展】因最高价氧化物为 R_2O_5 ,故氢化物为 RH_3 。 $\frac{3}{M(R)+3} = 8.82\%$, $M(R) = 31$,因为质子数等于核外电子数,故质子数为 $(31-1) \div 2 = 15$,所以 R 为 15 号磷元素,其最高价氧化物为 P_2O_5 ,位于第 3 周期,氢化物为 PH_3 ,性质应与 NH_3 相似,与 HCl 反应生成 PH_4Cl 。

【正确答案】(1)磷 P (2) $HClO_4 > H_2SO_4 > H_3PO_4 > H_2SiO_3$ (3) PH_4Cl

【拓展延伸】解答此题要弄清主族元素的最高正价和负价绝对值之和等于 8,由正价确定负价进而写出氢化物的化学式,求出相对原子质量,由质子数确定元素种类,最后根据周期表解答有关问题。

达标直通车 (练自身体力)

在元素周期表里,砷元素位于 _____,最高价氧化物的化学式为 _____,砷酸钠的化学式为 _____,砷酸钠在酸性条件下能使碘化钾淀粉试纸变蓝,同时生成亚砷酸钠(Na_3AsO_3)和 I_2 ,则这个反应的离子方程式为 _____。

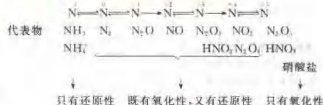
达标直通车

1. A 2. H_2SO_4 SO_2 P_2O_5 Na_3PO_4 和 H_2O $2P + 5SO_2 = 5SO_3 + P_2O_5$ 3. (1)碱液 浓 H_2SO_4 (2)1.38 0.06 mol 4. 若剩余气体为 O_2 , $V(NO_2) = 30$ mL, $V(NO) = 10$ mL;若剩余气体为 NO , $V(NO_2) = 12.5$ mL, $V(NO) = 27.5$ mL. 5. 0.0843 或 8.43% 6. 第 4 周期,第 VA 族 As_2O_3 Na_3AsO_4 $2I^- + AsO_4^{3-} + 2H^+ \rightarrow I_2 + AsO_3^{3-} + H_2O$

规律技巧点拨

规律技巧点拨

氮元素的各种价态变化与氧化还原规律



同步优化训练

同步优化训练

A 组·双基过关

一、选择题

- 关于氮族元素的叙述,正确的是 ()
 - 它们单质在常温下都难以与 H_2 化合
 - 单质熔沸点依 N—Bi 升高
 - 它们最高价含氧酸化学式均为 H_3RO_4
 - 它们最高价氧化物对应水化物均为强酸
- (2015 年济南)下列各组气态氢化物中,按热稳定性由弱到强的排列顺序是 ()
 - PH_3 、 NH_3 、 AsH_3
 - NH_3 、 PH_3 、 AsH_3
 - NH_3 、 H_2O 、HF
 - HCl 、 H_2S 、 PH_3
- 关于氮和磷两种元素的叙述正确的是 ()
 - 它们的原子最外层电子数相等,原子半径 $N < P$,它们的最高正价 N 为 +3 价, P 为 +5 价
 - 氮的非金属性比磷强,所以 NH_3 的稳定性大于 PH_3
 - 因为氮原子半径比磷原子半径小,所以氮的相对原子质量比磷的相对原子质量小
 - 磷酸比硝酸稳定,说明磷的非金属性不一定比氮弱
- (2001 年春季高考)关于非金属元素 N、O、Cl、P 的叙述,正确的是 ()
 - 在通常情况下,其单质均为气体
 - 其单质均由双原子分子构成
 - 都属于主族元素
 - 每种元素仅生成一种氢化物

怎样灭火(一)

在化学药品材料仓库中,每个库房中分别存放着无水乙醇、甲苯、丙酮、高纯度汽油,还有金属钠和镁。这个库房旁边准备的灭火设备有:水缸和运水工具、二氧化碳灭火器、黄沙箱。请大家想一想,如果这个库房中某个库间发生火灾,应该使用哪种灭火设备?

5. 下列关于 N_2 性质的叙述, 有错误的是 ()

- A. 任何物质在 N_2 中都不能燃烧
B. 氮气既具有氧化性, 又具有还原性
C. 将空气中的 N_2 转变成含氮化合物属于氮的固定
D. 氮是活泼的非金属元素, 但 N_2 的化学性质很不活泼

6. (2005 年高考吉林卷) 属于人工固氮的过程有 ()

- A. NO_2 溶于水
B. 豆科植物的根瘤菌吸收空气中的氮气做养料
C. 雷雨时 N_2 和 O_2 化合
D. 一定条件下 N_2 和 H_2 合成氨

7. 在一定条件下, 将 m 体积 NO 和 n 体积 O_2 同时通入倒立于水中且盛满水的容器内, 充分反应中, 容器内残留 $m/2$ 体积的气体, 该气体与空气接触后变为红棕色, 则 m 与 n 的比值为 ()

- A. 3 : 2 B. 2 : 3
C. 8 : 3 D. 3 : 8

二. 填空题

8. 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 _____.

9. 用最简便的方法鉴别两瓶无色气体 NO 和 CO_2 .

10. 怎样除去下列各组气体中的杂质(括号内为杂质)

(1) a. $NO(CNO_2)$

反应的化学方程式: _____.

b. $N_2(CO_2)$

反应的化学方程式: _____.

(2) a. $CO_2(CO)$

反应的化学方程式: _____.

b. $N_2(O_2)$

反应的化学方程式: _____.

三. 计算题

11. 一氧化氮与氧气混合反应后的气体, 其密度为相同条件下氢气密度的 19 倍, 试求混合气体中 NO 与 O_2 的物质的量之比.

能力挑战

一. 选择题

1. 下列用途中, 应用了氮气性质不活泼性的是 ()

- A. “雷雨发庄稼” B. 工业上合成氨
C. 工业上制 HNO_3 D. 用来保护粮食和水果

2. (2005 年高考江苏卷) A、B、C、D 四种短周期元素的原子, 半径依次减小, A 与 C 的核电荷数之比为 3 : 4, D 能分别与 A、B、C 形成电子总数相等的分子 X_2Y 、 YZ_2 , 下列叙述正确的是 ()

- A. X、Y、Z 的稳定性逐渐减弱
B. A、B、C、D 只能形成 5 种单质
C. X、Y、Z 三种化合物的熔沸点逐渐升高
D. 自然界中存在多种由 A、B、C、D 四种元素组成的化合物

3. 导致下列现象主要原因与 NO_2 有关的是 ()

- A. 酸雨 B. 光化学烟雾
C. 臭氧空洞 D. 温室效应

4. 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 B. 氢化物的通式为 RH_3
C. 非金属性由上到下递增 D. 其含氧酸均为一元强酸

5. 标况下, 将 O_2 和 NO_2 按 1 : 4 体积比充满一干燥烧瓶, 把烧瓶倒立于水中, 瓶内液面逐渐上升, 最终充满整个烧瓶, 则所得溶液的物质的量浓度为多少 $mol \cdot L^{-1}$ ()

- A. $\frac{1}{28}$ B. $\frac{1}{14}$
C. $\frac{1}{12}$ D. $\frac{1}{22.4}$

6. 室温时, 容量为 18 mL 的试管里充满 NO_2 气体, 然后将它倒置于水中, 直到管内水面不再上升为止, 再通入 5 mL O_2 , 最后试管内还有 ()

- A. 3 mL O_2 B. 1.5 mL O_2
C. 3 mL NO D. 1.5 mL NO

7. 将盛有 N_2 和 NO_2 混合气体的试管倒立于水中, 经过足够的时间后, 试管内气体体积缩小为原体积的一半, 则原混合气体中氮气和二氧化氮的体积比是 ()

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

8. (2005 年高考全国卷 II) N_A 代表阿伏加德罗常数, 下列说法正确的是 ()

- A. 在同温同压下, 相同体积的任何气体单质所含的原子数目相同
B. 2 g 氢气所含原子数目为 N_A
C. 在常温下, 11.2 L 氮气所含的原子数目为 N_A
D. 17 g 氨气所含电子数目为 $10 N_A$

二. 填空题

9. 在适当的温度和压力下, 4 体积某气态化合物完全分解后产生 1 体积氮气气和 6 体积氢气, 由此可推断该气态化合物的化学式为 _____, 该分解反应的化学方程式为 _____.

10. 相同质量的镁条分别在氧气、氮气和空气中充分燃烧, 所得的固体产物的质量由大到小的顺序为 _____, 过

怎样灭火(二) 如果是无水乙醇(酒精)着火, 用水灭火的效果最好, 因为水和乙醇互相结合, 如果是甲苯和高纯度汽油着火时, 用二氧化碳灭火器和黄沙最好, 决不能用水灭火, 因为甲苯和汽油都不溶于水, 不但达不到灭火之目的, 反而由于甲苯与汽油和空气的接触面积增大而烧得更加厉害, 所以加水更能助长火势。