

本丛书已通过 ISO9001 国际质量管理体系认证

高考新思路



领略名师风采

导航清华北大

● 石破天惊 茅塞顿开辟捷径
● 壁立千仞 山为基石我为峰
● 勇探险境 奇峻之处揽日月
● 挑战高考 洞穿蜀道新思路

黄冈中学特高级教师领衔撰写

GAOKAOXINSILU



教师用书

高二同步互动课堂(上)

延边人民出版社

本丛书已通过 ISO9001 国际质量管理体系认证

高考新思路



领略名师风采

导航清华北大

主 编 相 虎 高 峰

副主编 何茂瑞 邱元莉 孔 涛

张 岚 李春巧



黄冈中学特高级教师领衔撰写

化 学

教师用书

高二同步互动课堂(上)

延边人民出版社



您教参

潇洒讲坛



人玫瑰

手留香

【敬告】

教师用书按所订购学生用书的 1% 比例赠送，超过部分收取工本费。敬请谅解！

工本费：28.00 元

人一生中最为快乐的事只有两种：
拥有梦想和实现梦想。人之所以生活得有意义，
必须有一个不断实现的梦想和实现梦想的激情。

——编者按

持续改进

超越梦想



据报载：每年约 20 万种图书，近 300 亿码洋的库存，让众多出版社、图书策划公司感到空前的竞争压力，平均每天约 600 种图书上市，让读者眼花缭乱，不禁感叹：书真多！但众多出版社人又在感叹：出好书真难！众多读者也在感叹：无书可读！

教辅图书市场更是琳琅满目，精彩纷呈，每年都有多少“精品”昙花一现一年过，隐身江湖不再现；更有多少新的“权威”花样翻新再出炉，旧版新面又一年，搞得教师案头真有点不堪重负，喟叹曰：“知音难觅，亮点难寻！”

《高考新思路》自从 2001 年创刊伊始，虽未能一鸣惊人，但经过四年苦心经营、持续改进、精雕细凿，于细微处见精神，实现了由读者开始认识到接受到认可到好评到赞誉如潮到库房脱销质的飞跃。2004 版高考新思路做到了零错误、零库存、零退货、零距离接触高考（04 版本丛书共计有 27 道题与 2004 年高考试题逼真相似）。众多出版社开始研究“高考新思路现象”，做为编者，我们认为，新思路的今天可以用以下四字给予诠释：

1、**新** 这是本丛书的命脉所在，全体编者始终恪守“我们每天都是新的”这一编写理念，紧跟教改新潮流，坚决做到编写思路新、体例新、模式新等，不囿旧规，善于创新。

2、**前** 主要体现在所有编者和审读都是来自教学的最前沿，他们意识超前、思维超前，对高考命题的前瞻具有权威性。

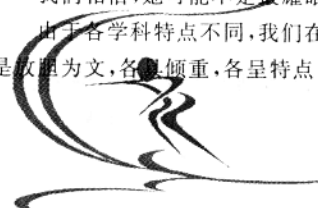
3、**精** 本丛书的编写“严”字当头，完全摒弃了“全国教辅一大抄”的简单编写模式，而是依据课堂需求，学生认知规律深加工而成。

4、**实** “做实在人，干实在事，编实在书”，是所有编者的基本准则，在一年多的编写过程中，本丛书历经多次修订完善，逐句审读，数次校验，从而确保了本丛书的精准性。2004 年九月本丛书成功通过 ISO9001 国际质量管理体系认证，正是对本丛书质量的全面验证和肯定。

“天上海上没有路，月亮在偷偷地哭……”，站在 05 的舞台，面对新课标、新教材、省单独命题等等如浪涌般的教育改革，我们全体编委不敢有丝毫的懈怠和沾沾自喜，成绩、压力、品牌、责任督促着我们不用扬鞭自奋蹄，为了追求“新”，为了脚踏“实”，为了名副其实的新思路，我们书海找遍，一线走遍，专家访遍，殚精竭虑，终成思路。

我们相信，她可能不是最耀眼的，但她是最实用的。

由于各学科特点不同，我们在整套丛书的编写上没有拘泥于栏目、框架、格式的整齐化一，而是取法为文，各显侧重，各呈特点，各科具体栏目设置及功能见下页栏目解读。



栏目解读



栏目解读

本书为《高考新思路·化学》分册，栏目设置及功能如下：

每课时

学习目标点击

依据最新考纲要求，点明本课时的学习目标，明确重点难点，使学生有明确的努力方向。

对教材内平铺、零乱的知识点进行全面系统地梳理，关键知识点设计成填空，让学生动手动脑，引导学生自主预习，变被动记忆为主动的参与式识记。并配有“思考探讨”题加以拓展深化，启迪学生的创新思维。

基础知识梳理

疑难问题点拨

对一些难度较大，或估摸学生难以厘定、不易把握、易失分的知识点进行深层次的阐释剖析，以帮助学生全面清除知识误区，消除认识障碍，全面提升能力。

将本课时重点知识加以分类整合，条理为若干个考点，每个考点配有知识要点、考查题型、考查角度、典型例题、活学活用题，讲、练、测三位一体，立体式过关冲击，试图通过这一栏目，传授给学生一些解题方法和技巧，做到“授之以渔”。

考点题型探析

知能提升训练

依据由基础到能力的命题原则而设计，分“双基在线”和“综合应用”两级测试。试图通过这一栏目，达到强化所学、查缺补漏、针对备考之目的。

章末

全面整合本章知识要点，展示各知识点间的联系，有利于学生从整体上把握教材知识，形成对全章的整体印象。

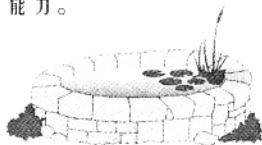
本章知识归纳

高考真题实战

精选近几年本章的高考试题让学生一试水平，了解高考题型及考查重点，让学生在实战中感悟高考、走近高考、打破高考神秘感，增强自信心和成就感。

是为全面检测本章学习效果而设计，选题注重实效性、综合性，通过检测，让学生知己知彼，从中获得新的启迪，提高综合解题能力。

章末过关检测



《高考新思路》丛书编委会
2005年夏

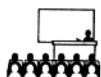


第一章 氮族元素	(1)
第一节 氮和磷	(1)
第一课时 氮族元素	(1)
第二课时 氮气	(4)
第三课时 磷	(8)
第二节 氨 铵盐	(11)
第一课时 氨	(11)
第二课时 铵盐	(16)
第三节 硝酸	(19)
第四节 氧化还原方程式的配平	(23)
第一课时 氧化还原方程式配平的一般步骤	(23)
第二课时 氧化还原反应方程式的配平技巧	(27)
第五节 有关化学方程式的计算	(30)
第一课时 有一种反应物过量的计算	(30)
第二课时 有关多步反应的计算	(34)
章末优化总结	(37)
第二章 化学平衡	(44)
第一节 化学反应速率	(44)
第一课时 化学反应速率	(44)
第二课时 影响化学反应速率的条件	(49)
第二节 化学平衡	(53)
第三节 影响化学平衡的条件	(59)
第一课时 浓度、压强对化学平衡的影响	(59)
第二课时 温度对化学平衡的影响	(65)
第三课时 化学平衡专题训练	(71)
第四节 合成氨条件的选择	(77)
章末优化总结	(81)
期中测试题	(90)
第三章 电离平衡	(95)
第一节 电离平衡	(95)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(100)
第一课时 水的电离和溶液的酸碱性	(100)
第二课时 溶液 pH 计算	(104)



第三节 盐类的水解	(108)
第一课时 盐类的水解及水解方程式书写	(108)
第二课时 影响水解平衡的因素及盐类水解的应用	(112)
第四节 酸碱中和滴定	(118)
第一课时 中和滴定的原理及简单计算	(118)
第二课时 酸碱中和滴定实验及应用	(122)
章末优化总结	(127)
第四章 几种重要的金属	(134)
第一节 镁和铝	(134)
第一课时 金属的通性、镁铝的性质	(134)
第二课时 铝的重要化合物	(139)
第二节 铁及其化合物	(148)
第一课时 铁的性质	(148)
第二课时 铁的重要化合物	(153)
第三节 金属的冶炼	(160)
第四节 原电池原理及其应用	(164)
第一课时 原电池原理	(164)
第二课时 化学电源、金属的电化学腐蚀	(169)
章末优化总结	(174)
期末测试题	(183)

第1章 氮族元素



第一节 氮和磷

第一课时 氮族元素



学习目标点击

学习目标

1. 掌握氮族元素中各元素的元素符号、名称及在周期表中的位置。
2. 掌握氮族元素原子结构、元素性质及单质性质的相似性、递变性和特殊性。

重点难点

用已学的元素周期律和碱金属、卤素两族典型的金属族和非金属族的性质变化来推测氮族元素原子结构、元素性质及单质性质的相似性和递变性。



基础知识梳理

1. 氮族元素

氮族元素包括(写元素名称和元素符号)氮(N)、磷(P)、砷(As)、锑(Sb)、铋(Bi)五种元素,位于元素周期表V A族,均有五个价电子,这决定它们的单质及其化合物在化学性质上具有某些相似性;它们的核电荷数依次增多,电子层数依次增多,原子半径依次增大,这是决定氮族元素单质及其化合物在性质上具有递变性的重要原因。

2. 相似性

- (1) 最高正价为+5,另外均有+3价,其中N、P、As有-3价。
- (2) 最高价氧化物的通式 R_2O_5 ,其对应水化物的通式为 HRO_3 或 H_3RO_4 。

- (3) 氢化物中,化合价均为-3价,氢化物的通式为 RH_3 。

3. 递变性(从上到下)

- (1) 得电子能力逐渐减弱,失电子能力逐渐增强。
- (2) 元素的非金属性逐渐减弱,金属性逐渐增强,其中N、P是典型的非金属,As虽是非金属,但已表现出一些金属性,Sb、Bi是金属。

- (3) 氢化物的稳定性逐渐减弱,还原性逐渐增强。
- (4) 最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐减弱,碱性逐渐增强。

- (5) 单质的熔沸点:非金属逐渐升高,金属降低。

- (6) 单质的密度逐渐增大。

4. 特殊性

- (1) 氮元素的最高价氧化物水化物的分子式:为 HNO_3 ,其余为 H_3RO_4 或 HRO_3 。
- (2) +5价的氮元素有较强的氧化性,+5价磷元素则不显氧化性。
- (3) 氮元素的正价最多,有5种正价,有六种氧化物(N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5)

..... 思考探讨

1. 从氮族元素在周期表中的位置看,氮族元素的非金属性与同周期的卤族元素、氧族元素相比,强弱如何?(提示:以同周期元素N、O、F或P、S、Cl进行比较。)为什么?

答:氮族元素的非金属性比同周期的卤族元素、氧族元素要弱。

因为氮族元素原子半径比同周期元素原子半径大,核电荷少,原子核对最外层电子的吸引力弱,得电子能力弱,故氮族元素的非金属性比同周期卤族元素、氧族元素弱。

2. 比较元素的非金属性的依据有哪些?

答:比较元素非金属性强弱的依据:元素最高价氧化物对应水化物的酸性强弱;与氢气反应的难易或气态氢化物的稳定性;非金属单质的氧化性或非金属简单阴离子还原性的强弱;非金属氢化物还原性强弱比较。



疑难问题点拨

1. 氮族元素原子结构及元素性质的相似性和递变性的推断

- (1) 相似性:由氮族元素在周期表中的位置,可推出最外层电子数为5,最高正价为+5价,负价为-3价,从而得出最高价氧化物的化学式为 R_2O_5 ,氢化物的化学式为 RH_3 ;从以

往接触的 HNO_3 与 H_3PO_4 可推出其最高价氧化物对应水化物的化学式为 HRO_3 或 H_3RO_4 。

(2) 递变性

在元素周期表中,同主族元素自上而下,电子层数增多,最外层电子数相同,原子半径增大,核电荷数增多,原子核对最外层电子的吸引力依次减弱,原子得电子能力减弱,失电子能力逐渐增强,因此同主族元素的金属性逐渐增强,非金属性逐渐减弱,最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐减弱,碱性逐渐增强,氢化物的稳定性逐渐减弱,与氢气化合能力逐渐减弱。

由上面的规律可以推出氮族元素原子结构及元素性质的递变。

2. 氮族元素单质性质的相似性及递变性的推断

氮族元素中既有金属元素又有非金属元素,推断它们的性质递变,可将它们分成非金属与金属两部分,分别依据卤素与碱金属这两族典型的非金属元素与金属元素的单质的性质变化来推断。

(1) 颜色:非金属单质颜色从上至下逐渐加深,所以氮、磷、砷颜色渐深;金属单质一般为银白色,所以铋为银白色。

(2) 密度:对于金属族与非金属族密度都是逐渐增大,所以从氮到铋应是逐渐增大。

(3) 熔沸点:非金属族中从上至下熔沸点逐渐升高,金属族从上至下熔沸点逐渐降低,所以从氮到砷熔沸点逐渐升高,铋熔沸点逐渐降低。



考点题型探析

本课时的题型主要是选择题,用来考查元素周期表和元素周期律的应用及氮族元素中个别元素的特殊性,训练从一般到特殊的思维方法。

考点1 氮族元素原子结构的变化规律

既要掌握同周期、同主族元素原子结构、元素性质递变,又要掌握元素在元素周期表中的位置与结构、性质之间的关系,本题型还可以考查电子层数,最外层电子数等。

例1 在氮族元素中,下列递变规律不正确的是 ()

- A. 随原子序数的递增,原子半径越来越大
- B. 随核电荷数的递增,得电子能力增强
- C. 随核电荷数的递增,金属性越来越强
- D. 化合价均有+3,+5



解析 同主族元素从上到下核电荷数依次增多,电子层数依次增多,原子核对最外层电子的吸引力逐渐减弱,得电子能力减弱,失电子能力增强,金属性增强非金属性减弱;最高正价相等,均有+3和+5,此外N、P、As还有-3价。

答案 B

考点2 氮族元素元素性质的相似性和递变性

本考点依然考查运用元素周期律和元素周期表的知识来

分析氮族元素性质的变化规律,要求在掌握住一般规律的同时,注意其特殊情况。

例2 关于氮和磷两种元素的叙述正确的是 ()

- A. 它们的原子最外层电子数相等,它们的最高正价都是+5价
- B. 氮的非金属性比磷强,所以 NH_3 的稳定性要大于 PH_3
- C. 因为氮原子半径比磷原子半径要小,所以氮的相对原子质量比磷的相对原子质量小
- D. 磷酸比硝酸稳定,说明磷的非金属性不一定比氮弱



解析 C项原子半径的大小与相对原子质量没有必然的联系,如同周期N与O,N原子半径大于O原子,但相对原子质量氮元素的却小于氧元素的。D项最高价氧化物对应水化物的稳定性与非金属性无关,而是酸性强弱对应着非金属性的强弱。

答案 AB

活学活用

判断非金属性的强弱除了选项中所涉及的,还有哪些判断依据呢?

答案: 见思考探讨题2。

考点3 氮族元素原子结构、元素性质及单质性质的综合应用

应熟练掌握元素原子的结构与性质的关系,并能运用变化规律对具体问题加以应用。

例3 砷为第四周期第VA族,根据砷在周期表中的位置推测,砷不可能具有的性质是 ()

- A. 砷在通常情况下是固体
- B. As_2O_3 对应水化物酸性比 H_3PO_4 强
- C. 可以有-3,+3,+5等多种化合价
- D. AsH_3 比 PH_3 稳定



解析 同主族元素单质及化合物一般有如下规律:单质状态由气态逐渐过渡到固态,最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐减弱,氢化物的稳定性逐渐减弱,元素的价态相似,由此可推出答案。

答案 BD

活学活用

Bi及其化合物都可能具有哪些性质?这些性质与N、P区别吗?为什么?

解析: 由于Bi是金属,所以性质应与N、P有较大的区别。

答案: Bi在通常情况下是固体, Bi_2O_3 对应的水化物应是碱而不是酸,化合价只有+3,+5价而无-3价,氢化物应是固态且极不稳定与NaH相似。





知能提升训练

双基在线

1. 氮族元素中原子半径最大的非金属元素 ()

A. 氮 B. 磷
C. 砷 D. 铋

解析: 本题在考查同主族元素原子半径变化规律的同时, 着重考查了审题能力, 注意非金属三字。

答案: C

2. 下列气态氢化物最稳定的是 ()

A. NH_3 B. PH_3
C. H_2S D. H_2O

解析: 元素的非金属性越强, 其氢化物越稳定, 由 N、P、S、O 在元素周期表中的位置, 可知 O 的非金属性最强。

答案: D

3. 下列关系不正确的是 ()

A. 非金属性: $\text{N} > \text{P} > \text{As}$
B. 酸性: $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_3\text{AsO}_4 > \text{H}_3\text{SbO}_4 > \text{H}_3\text{BiO}_4$
C. 稳定性: $\text{NH}_3 < \text{PH}_3 < \text{AsH}_3 < \text{SbH}_3 < \text{BiH}_3$
D. 酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SiO}_3$

解析: 由同主族、同周期元素非金属性递变规律确定 A 正确, 且非金属性 $\text{Cl} > \text{S} > \text{P} > \text{Si}$, 再根据非金属性越强最高价氧化物的水化物的酸性越强, 氢化物越稳定, 知 B、D 正确。

答案: C

4. 关于氮族元素的有关叙述错误的是 ()

A. 都有 +3 价和 +5 价
B. 从 N → Bi 得电子趋势减弱, 失电子趋势增强
C. 单质熔沸点随核电荷数递增逐渐升高
D. 最高价氧化物为 R_2O_5 , 其水化物化学式一般可表示为 HRO_3 或 H_3RO_4

解析: 由氮族元素最外层电子数为 5, 可推断 A、D 正确, 由同主族元素金属性、非金属性的递变规律知 B 正确, 而熔沸点 N → As 升高, Sb、Bi 降低。

答案: C

5. 某元素 R 的气态氢化物为 RH_3 , R 的最高价氧化物中含氧 74%, 则 R 的相对原子质量为 ()

A. 14 B. 15
C. 31 D. 62

解析: 由氢化物的分子式 RH_3 , 可知 R 元素的最高价氧化物的化学式为 R_2O_5 , 则 $\frac{5 \times 16}{2M(\text{R}) + 5 \times 16} \times 100\% = 74\%$, $M(\text{R}) = 14$ 。

答案: A

6. 现有 X、Y 两种第 V A 族元素, 下列事实不能说明 X 的非金属性比 Y 强的是 ()

A. 两种元素所形成的最高价氧化物对应水化物的酸性 $\text{H}_3\text{XO}_4 > \text{H}_3\text{YO}_4$

B. 两种元素所形成的气态氢化物的稳定性 $\text{XH}_3 > \text{YH}_3$

C. 两种元素所形成的最高价氧化物的稳定性 $\text{X}_2\text{O}_5 > \text{Y}_2\text{O}_5$

D. 两种元素所形成气态氢化物的还原性 $\text{YH}_3 > \text{XH}_3$

解析: 元素非金属性强弱可通过非金属与 H_2 化合的难易, 形成气态氢化物的稳定性, 及最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱来判定, 显然, 本题答案为 C。

答案: C

7. 氮族元素包括五种元素, 它们的元素符号是 _____, 随着原子的核电荷数的增大, 元素的非金属性逐渐 _____, 金属性逐渐 _____, 稳定性最差的气态氢化物的名称是 _____, 酸性最强的最高价含氧酸的化学式是 _____。

答案: N、P、As、Sb、Bi 减弱 增强 砷化氢 HNO_3

8. 砷的原子结构示意图为 _____, 在元素周期表里, 砷元素位于 _____ 周期 _____ 族, 它的最高价氧化物的化学式为 _____, 砷酸钠的化学式为 _____。

答案: $(+33) 2 8 18 5$ 四 V A As_2O_5 Na_3AsO_4

综合应用

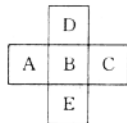
1. 1999 年曾报道合成和分离了含高能量的正离子 N_5^+ 的化合物 N_5AsF_6 , 下列叙述错误的是 ()

A. N_5^+ 共有 34 个核外电子
B. N_5^+ 中氮原子间以共用电子对结合
C. N_5AsF_6 中 As 的化合价为 +1 价
D. N_5AsF_6 中 F 的化合价为 -1 价

解析: N_5^+ 共有 $7 \times 5 - 1 = 34$ 个电子, 由 N_2 分子结构可知, 在 N_5^+ 中 N 原子间以共用电子对结合, N_5^+ 化合价为 +1 价, 而 F 由于非金属性极强只有 -1 价, 因此在 N_5AsF_6 中 As 的化合价为 +5 价, 故选项 C 叙述错误。

答案: C

2. 元素 B 是第 3 周期的主族元素, B 在周期表中与邻近的元素 A、C、D、E 的位置如右图所示, 已知该五种元素核电荷数之和为 85, 试回答下列各题:



(1) B 元素的原子序数是 _____。
(2) 元素的符号是 A _____、B _____、C _____、D _____、E _____。
(3) A、B、C 三种元素的非金属性由强到弱的顺序是 _____, 它们最高价氧化物对应的水化物的酸性由弱到强的顺序是 _____。

(4) B、D、E 三种元素的氧化性由强到弱的顺序是 _____, 它们的氢化物的还原性由强到弱的顺序是 _____。

解析: 已知 B 是第 3 周期的元素, 根据它与相邻元素 A、C、D、E 的核电荷数之差和核电荷总数为 85, 便可将它们的核电荷数逐一确定下来, 设 B 的核电荷数为 x, 则 A、C、D、E 的核电荷数分别为: $(x-1)$ 、 $(x+1)$ 、 $(x-8)$ 、 $(x+18)$

$x + (x-1) + (x+1) + (x-8) + (x+18) = 85, x = 15$, 故 B 为磷元素。

非金属性越强的元素,它们所形成的气态氢化物越稳定,而还原性就越弱;非金属性越强的元素,其形成的最高价含氧

酸酸性越强(氟除外,因其无正价也无含氧酸)。

答案:(1)15 (2)Si、P、S、N、As

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

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

第二课时 氮气

记下这些
考场上的
……



学习目标点击

学习目标

1. 掌握氮气的分子结构;
2. 掌握氮气的物理性质和化学性质;
3. 掌握氮的氧化物的性质及有关计算。

重点难点

有关氮的氧化物的计算。



基础知识梳理

1. 氮气的物理性质

纯净的氮气是一种无色、无味的气体,密度比空气稍小,难溶于水。

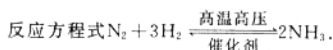
2. N_2 的分子结构

氮气分子的电子式为 $:N::: N:$, 结构式为 $N \equiv N$ 。其分子中 $N \equiv N$ 键很牢固,因而氮的化学性质不活泼,很难与其它物质发生化学反应。

3. 化学性质

N_2 只有在一定条件下,获得了足够的能量,促使它的共价键断裂,才能跟某些物质如 H_2 、 O_2 发生化学反应。

(1)与 H_2 反应



反应条件高温、高压、催化剂,反应特点气体总体积缩小的放热反应。

(2)与 O_2 的反应

N_2 和 O_2 在放电条件下可以直接化合,生成无色、不溶于水的 NO , 化学方程式为 $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ 。NO 在常温下很容易与空气中的 O_2 发生反应 $2NO + O_2 = 2NO_2$, 生成红棕色、有刺激性气味 NO_2 气体,有毒,易溶于水且与水发生反应 $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ 。

4. 氮气的用途

- (1)作保护气,如:焊接金属,是利用 N_2 的不活泼的性质。
- (2)工业重要原料,如:合成氨、制 HNO_3 。
- (3)液氮作冷冻剂,如:制造低温环境,利用 N_2 的蒸发时吸收热量。

5. 氮的固定

自然固氮,人工固氮。

……●●● 思考探讨 ●●●……

1. NO_2 是 HNO_3 的酸酐吗?

答:不是。因为 $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ 除生成 HNO_3 外还有 NO 生成。

2. 为什么氮元素是活泼的非金属元素而氮气的化学性质比较稳定?

答:元素性质取决于元素的原子结构,氮的原子半径小,吸引电子的能力较强,故表现出较强的化学活动性,所以氮元素是一种较为活泼的非金属元素。

氮气的稳定性取决于氮分子的结构,氮分子是由两个氮原子共用 3 对电子结合而成的,氮分子中的氮氮三键键能很大(946 kJ/mol),当氮气参加反应时,必须打开(破坏)分子中的三键,这就需要吸收很高的能量,因此,在通常情况下,氮气的性质很不活泼,很难与其他物质发生化学反应。

3. 如何除去 NO 中的 NO_2 ?

答:使混和气体依次通过 H_2O 和浓 H_2SO_4 。

4. 如何区别 NO_2 和溴蒸气?

答:方法一,分别将两种气体通入 $AgNO_3$ 溶液,产生浅黄色沉淀的气体为溴蒸气。

方法二:分别通入蒸馏水中,溶液呈橙色的为溴蒸气。

方法三:分别通入 CCl_4 中, CCl_4 呈橙色的为溴蒸气。



疑难问题点拨

氮的重要氧化物的性质

1. NO : 无色、不溶于水的有毒气体,大气污染物之一,但由于在人体内有着一一定的生物活性,可以在神经系统承担传递作用,还可以帮助细胞记忆和再获信息,在心血管系统中还可以起到使血管扩张等作用,因而被评为“明星分子”。Murad 等三位教授最早提出了 NO 分子在人体内的特殊功能,并因此项研究而荣获 1998 年诺贝尔医学及生理学奖。常温下 NO 极易被氧化成 NO_2 。

2. NO_2 : 红棕色、有刺激性气味、有毒的气体,易溶于水并且与水反应生成 HNO_3 和 NO 。空气中的 NO_2 在一定条件下易形成光化学烟雾,并对高空平流层臭氧的分解起到催化作用,是一种大气污染物。

3. 氮的氧化物以及其与氧气混合后溶于水的情况分析:



① NO_2 或 NO_2 与 N_2 的混合气体溶于水时,可根据反应:
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 利用气体体积的变化差值进行计算.

②NO₂ 和 O₂ 的混合气体溶于水时,根据反应:



当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2)$

$\rho = 4 : 1$ 时, 恰好完全反应, 无气体剩余.

$< 4 : 1$ 时, 剩余 O_2 .

>4:1 时, NO_2 过量, 剩余气体为 NO , 且体积为过量的 NO_2 体积的 $\frac{1}{3}$.

③NO 和 O₂ 同时通入水中时,此时的反应为:4NO+3O₂+2H₂O=4HNO₃

当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2)$

$\rho = 4:3$ 时,恰好完全反应,无气体剩余.

 $\left\{ \begin{array}{l} < 4 : 3 \text{ 时, 剩余 } O_2. \end{array} \right.$

$\downarrow > 4 : 3$, 剩余 NO.



考点题型探析

考点1 氮气的性质

可设计成多种题型,选择题一般考查 N_2 中 $N \equiv N$ 的稳定性,推断题要求较高,往往与其它物质一块作综合考查,主要利用各物质的特殊性作为突破点。

例 1 有 A、B、C、D 四种短周期元素, 已知 A 元素原子最外层电子数比电子层少; 常温、常压下, B₂、C₂、D₂ 均为双原子的气体分子; 这四种元素的单质和化合物之间在一定条件下存在如下的反应 (括号内注明的状态为常温、常压下的状态):

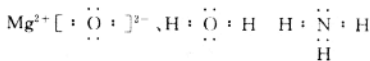
$$\textcircled{1} 2\text{A} + \text{C}_2 \rightleftharpoons 2\text{AC} (\text{白色固体})$$
$$\textcircled{2} 3\text{A} + \text{D}_2 \rightleftharpoons \text{A}_3\text{D}_2$$
$$\textcircled{3} 3\text{B}_2 + \text{D}_2 \rightleftharpoons 2\text{DB}_3 \text{ (无色气体)}$$
$$\textcircled{4} 2\text{B}_2 + \text{C}_2 \longrightarrow 2\text{B}_2\text{C} (\text{无色液体})$$

试写出:(1)A 的原子结构示意图

(2) D_2 、 AC 、 B_2C 、 DB_3 的电子式分别为 _____ ,

 **解析** 在高中阶段分子式为 B_2C 的无色液体只有 H_2O , 从而推出 B_2 为 H_2 , C_2 为 O_2 , 又由反应③得 D 在氯化物中为 -3 价, 得出为 N, 又由②得出 A 为 +2 价, 与 N_2 能发生反应, 所以为 Mg.

★ 答案 (1) $\begin{array}{c} (+12) \\ \textcircled{2} \end{array} \begin{array}{c} 8 \\ \textcircled{2} \end{array}$ (2) $\text{: N}::\text{N:}$



 **点评** 本题综合考查了 N_2 的性质, 设计巧妙是难得的好题, 能考查学生运用知识的能力。

考点2 氮的氧化物的性质

NO 、 NO_2 是比较重要的两种氧化物。 NO 主要表现还原性,遇空气生成红棕色的 NO_2 气体,与溴蒸气颜色相同。主要利用选择题、推断题来考查,往往对它们的特殊颜色变化和体积变化作一定考查,有时还涉及到对大气的污染。

例 2 一无色气体,可能是由 CO_2 、 HCl 、 NH_3 、 NO_2 、 NO 、 H_2 中的一种或几种组成.将此无色气体通过盛有浓 H_2SO_4 的洗气瓶,发现气体减少一部分体积,继续通过装有固体 Na_2O_2 的干燥管,发现从干燥管出气管出来的气体颜色显红棕色,再将该气体通入盛满水倒立于水槽的试管内,最后试管里仍为一满试管液体.由此我们认为:①原气体一定含有_____,一定不含有_____;②由最终结果可知原气体中_____气体的体积比为_____.

 **解析** 由气体为无色可确定一定不存在 NO_2 ; 通过浓 H_2SO_4 气体体积减少, 说明一定存在 NH_3 , 从而一定不存在 HCl ; 通过干燥管说明发生了 $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 和 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 两个反应, 从而确定 CO_2 、 NO 一定存在, 且试管最后充满液体, 无 H_2 。

由反应 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 与 $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 相加无气体得 $4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + 6\text{Na}_2\text{O}_2 = 4\text{HNO}_3 + 6\text{Na}_2\text{CO}_3$ 得 $V(\text{CO}_2) : V(\text{NO})$ 为 $3 : 2$ 。

★ 答案 $\text{NH}_3, \text{CO}_2, \text{NO}$ $\text{HCl}, \text{NO}_2, \text{H}_2$ CO_2 与 NO 3:2

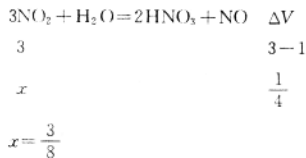
 **点评** 本题型是高中化学的常见题型,方法是由特殊的现象来确定一定存在的物质,本题特别要注意,已推出存在的物质与其它物质是否反应。

有关混合气体(NO_2 、 NO 、 O_2 等)与水反应的计算

(1) NO_2 、 NO (或 N_2)混合气体溶于水的体积变化,一般用差量法,

例 3 将一充满 NO_2 和 NO 的混合气体的试管倒立于水槽中,充分反应后,若水上升到 $\frac{1}{4}$ 处,则原混合气体中 NO_2 和 NO 的体积比为多少?

 解析 设试管体积为 1, NO_2 的体积为 x , 则



所以 NO_2 与 NO 的体积比为 $\frac{3}{8} : \frac{5}{8} = 3 : 5$.

 答案 3:5

 **点评** 本题所考内容是高考中的热点问题,常见的题型还有: NO_2 与 N_2 、 NH_3 与 N_2 、 HCl 与 O_2 等,务必掌握最基本的解题方法。

(2) NO_2 和 O_2 的混合气体溶于水时, 由 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 和 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 可得出总反应式: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 由此可知, 当体积比

$$V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4 : 1 & \text{恰好完全发生反应} \\ < 4 : 1 & \text{O}_2 \text{ 过量, 剩余气体为 O}_2 \\ > 4 : 1 & \text{NO}_2 \text{ 过量, 剩余气体为 NO} \end{cases}$$

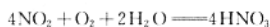
记下这数学路上的

例 4 将充满 NO_2 和 O_2 混合气体的量筒倒置于水中, 充分反应后, 保持气体压强不变, 水进入到量筒体积的一半处停止了, 则原混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积比是多少?

解析 NO_2 和 O_2 的体积比不等于 4 : 1, 则需讨论 NO_2 和 O_2 分别过量时的两种情况.

设混合气体的体积为 1, 混合气体中 NO_2 的体积为 x , 则 O_2 为 $(1-x)$

(1) 假定原混合气体中 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) < 4 : 1$

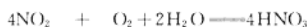


$$\begin{array}{ccc} 4 & 1 & \\ x & (1/4)x & \end{array}$$

$$\text{剩余的 O}_2 : 1 - x - \frac{1}{4}x = \frac{1}{2}, \text{解得 } x = \frac{2}{5}$$

$$V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = \frac{2}{5} : (1 - \frac{2}{5}) = 2 : 3$$

(2) 假定原混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积比 $> 4 : 1$



$$\begin{array}{ccc} 4 & 1 & \\ 4(1-x) & 1-x & \end{array}$$

$$\text{暂时剩余 NO}_2 : 1 - 5(1-x) = 5x - 4$$

由反应式 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 可知

$$\text{最后剩 NO}_2 : \frac{1}{3}(5x - 4)$$

$$\text{由 } \frac{1}{3}(5x - 4) = \frac{1}{2}, \text{解得 } x = \frac{11}{10} \text{ (不合题意, 舍去)}$$

答案 2 : 3

点评 本题除了考查体积的变化, 还可以考查形成溶液的浓度, 想一想如何计算? 是多少呢?

$$\text{答案为 } c(\text{HNO}_3) = \frac{4}{5} \times \frac{1}{22.4} = \frac{1}{28} \text{ mol/L.}$$

(3) NO 、 O_2 混合气体溶于水时, 由 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 和 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 可得总反应式: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 可得出当体积比

$$V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4 : 3 & \text{容器内无剩余气体} \\ > 4 : 3 & \text{NO 过量, 容器内剩余 NO} \\ < 4 : 3 & \text{O}_2 \text{ 过量, 容器内剩余 O}_2 \end{cases}$$

例 5 一定条件下, 将等体积的 NO 和 O_2 混合于一试管中, 然后将试管倒立于盛有水的水槽中, 充分反应后剩余气体的体积与原混合气体的体积之比是多少?

解析 因为混合气体中 NO 和 O_2 的体积比小于 4 : 3, 则剩余气体为 O_2

设混合气体中 NO 的体积为 x , 则 O_2 的体积也为 x



$$\begin{array}{ccc} 4 & 3 & \\ x & \frac{3}{4}x & \end{array}$$

$$\text{剩余的 O}_2 \text{ 为 } x - \frac{3}{4}x = \frac{1}{4}x$$

$$\text{它与原混合气体的体积比为 } \frac{1}{4}x : 2x = 1 : 8.$$

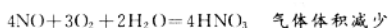
答案 1 : 8

活学活用

若不知 NO 与 O_2 的比例, 而试管中最终有一半气体剩余, 则原有 NO 与 O_2 的物质的量之比为多少?

解析 设 NO 与 O_2 的总体积为 1, NO 的体积为 x , 则 O_2 的体积为 $1-x$

若最终剩余气体为 O_2 , 则以 NO 计算



$$\begin{array}{ccc} 4 & 7 & \\ x & \frac{7}{4}x & \end{array}$$

$$\text{得 } \frac{7}{4}x = \frac{1}{2}, x = \frac{2}{7}, 1-x = \frac{5}{7}$$

$$\text{则 } n(\text{NO}) : n(\text{O}_2) = 2 : 5$$

若最终剩余气体为 NO , 则以 O_2 计算



$$\begin{array}{ccc} 3 & 7 & \\ 1-x & \frac{7}{3}(1-x) & \end{array}$$

$$\text{得 } \frac{7}{3}(1-x) = \frac{1}{2}, x = \frac{11}{14}, 1-x = \frac{3}{14}$$

$$\text{则 } n(\text{NO}) : n(\text{O}_2) = 11 : 3$$

答案 若剩余气体为 O_2 , 则 $n(\text{NO}) : n(\text{O}_2) = 2 : 5$

若剩余气体为 NO , 则 $n(\text{NO}) : n(\text{O}_2) = 11 : 3$

知能提升训练

双基在线

1. 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

解析 N_2 很不活泼, 一般来说不支持燃烧, 但 Mg 、 Ca 等金属可以在 N_2 中燃烧, 故选项 A 错误. 根据 N 的化合价可知 N_2 中 N 为 0 价, 介于 $-3 \sim +5$ 之间, 故既可表现氧化性 (化合价降低), 又可表现还原性 (化合价升高), 如 N_2 与 H_2 、 O_2 等的反应, 故 B 叙述正确. 由氮的固定的定义可知 C 亦正确. 根据氮的氢化物 (NH_3) 很稳定及最高氧化物对



应的水化物(HNO_3)是强酸可知 N 是活泼的非金属,但其单质(N_2)的分子结构特点 $\text{N}\equiv\text{N}$ 三键决定了 N_2 并不活泼,故 D 亦正确。

答案:A

2. 除去 N_2 中混有的少量 CO_2 和水蒸气,正确的操作是 ()
- A. 通过盛有无水 CaCl_2 的干燥管
B. 通过盛浓硫酸的洗气瓶
C. 先通过盛 NaOH 溶液的洗气瓶,再通过盛浓 H_2SO_4 的洗气瓶
D. 先通过盛浓 H_2SO_4 的洗气瓶,再通过盛 NaOH 溶液的洗气瓶

解析:无水 CaCl_2 只能吸收水蒸气而不能除去 CO_2 ,浓硫酸也如此,故 A、B 不符合题意。D 选项中由于最后还要通过 NaOH 溶液,尽管能将 CO_2 除去,但又引入了水蒸气,故应将浓 H_2SO_4 与 NaOH 溶液前后对调一下。

答案:C

3. 在体积为 $V\text{ L}$ 的密闭容器中通入 $a\text{ mol NO}$ 和 $b\text{ mol O}_2$,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. $\frac{a}{2(a+b)}$

解析:据原子守恒,不论反应与否原子数不会发生变化。

答案:C

4. 氮的固定是指 ()
- A. 植物从土壤中吸收含氮养料
B. 豆科植物根瘤菌将含氮的化合物转变为植物蛋白质
C. 将氮转变成硝酸及其它氮的化合物
D. 将空气中的氮气转化为含氮的化合物

解析:氮的固定是指将游离态氮转化为化合态氮的过程。

答案:D

5. 在雷雨的天气中,不涉及的化学反应为 ()
- A. $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$ B. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$
C. $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ D. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

解析:雷电时 $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$,

$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 。

答案:B

6. 用化学方法区别溴蒸气和二氧化氮两种红棕色气体的试剂是 ()
- A. NaOH 溶液 B. 淀粉 KI 溶液
C. 水 D. AgNO_3 溶液

解析: NO_2 和溴蒸气均可与 NaOH 溶液作用生成无色溶液,与淀粉 KI 溶液作用均可使之变蓝,故 A、B 错,而与水作用时, NO_2 形成无色溶液,溴蒸气形成有色的溴水, NO_2 不与 AgNO_3 溶液作用,而溴蒸气与 AgNO_3 溶液作用可形

成淡黄色沉淀,故 C、D 均可。

答案:CD

7. 某无色混合气体可能含有氧气、氮气、一氧化氮和二氧化氮中的两种,混合气体经放电后呈红棕色,原混合气体是 ()
- A. 氮气、一氧化氮 B. 氮气、二氧化氮
C. 一氧化氮、氧气 D. 氮气、氧气

解析:该混合气体是无色的,故排除 NO_2 (红棕色)。混合气体经放电后呈红棕色,则一定含有 O_2 和 N_2 。 NO 也不能和 O_2 共存,否则 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 。

答案:D

8. 将一盛满等体积 NO 和 NO_2 混合气体的试管,倒置于水槽中,片刻后水面上升的高度为试管容积的 ()
- A. $\frac{2}{3}$ B. $\frac{1}{2}$
C. $\frac{5}{6}$ D. $\frac{1}{3}$

解析: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,等体积(各三体积)的 NO 和 NO_2 ,其中由 NO_2 和水反应,体积差为 2,故 $\frac{2}{6} = \frac{1}{3}$ 。

答案:D

综合应用

1. 把 3 体积的 NO_2 气体,依次通过下列 3 个分别装有
- ① NaHCO_3 饱和溶液 ② 浓 H_2SO_4 ③ Na_2O_2 的装置后,用排水法把残留气体收集到集气瓶中,集气瓶内气体应是(同温同压下测定) ()
- A. 1 体积 NO
B. 2 体积 NO_2 和 0.5 体积 O_2
C. 2 体积 O_2
D. 0.25 体积 O_2

解析: $3V \xrightarrow{\text{① NaHCO}_3} \begin{cases} 1V \text{ NO} \\ 2V \text{ CO}_2 \\ \text{及 H}_2\text{O 气} \end{cases} \xrightarrow{\text{② 浓 H}_2\text{SO}_4}$

$\begin{cases} 1V \text{ NO} \\ 2V \text{ CO}_2 \end{cases} \xrightarrow{\text{③ Na}_2\text{O}_2} \begin{cases} 1V \text{ NO}_2 \\ \frac{1}{2} V \text{ O}_2 \end{cases} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \frac{1}{4} V \text{ O}_2$ 。

答案:D

2. 室温时将装有 3 体积 NO 的大试管,倒置于盛水的水槽里,然后向试管里通入 1.5 体积的 O_2 ,问:观察到试管里有什么现象?最终试管内留有什么气体?占体积多少?

解析:向无色的 NO 气体中通入 O_2 ,由于发生 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$,则会变为红棕色,同时 NO_2 又与水反应,使得气体体积减小,则水会进入试管,但根据 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 可知,1.5 体积 O_2 可使 2 体积 NO 完全转变为 HNO_3 ,故最后应剩余 1 体积 NO 在试管中。

答案:现象:气体由无色变红棕色,最后变为无色,且水进入试管内至一定高度。最终试管内留有 1 体积 NO 。

记下你做题路上的点点滴滴

高考新思路·化学



第三课时 磷



学习目标点击

学习目标

1. 掌握红磷与白磷的性质及两者的区别。
2. 掌握磷酸的化学性质。

重点难点

1. 白磷的性质及保存。
2. 磷酸的化学性质。

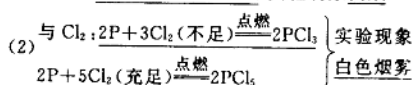


基础知识梳理

1. 红磷和白磷的比较

单质	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
毒性	剧毒	无毒
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
保存	冷水中	密封保存
相互转化	白磷 $\xrightarrow[\text{加热到 } 416^\circ\text{C (升华后冷却)}]{\text{隔绝空气加热到 } 260^\circ\text{C}}$ 红磷	

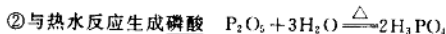
红磷与白磷的性质差异主要表现在物理性质上, 化学性质基本相似。



2. P₂O₅ 和 H₃PO₄

(1) P₂O₅

① 酸性氧化物, 磷酸酐。



(2) 磷酸

是中等强度的三元酸, 具有酸的通性。

思考探讨

1. 为什么氮的非金属性比磷强, 但氮气没有磷的单质活

泼?

答: 元素的非金属性可理解为元素原子的得电子能力, 体现在元素对应的气态氢化物的稳定性强弱和最高价氧化物对应水化物的酸性强弱两个方面。氮元素的原子半径比磷元素的原子半径小, 得电子能力强, 氮元素的非金属性比磷元素强, 表现在 NH₃ 比 PH₃ 稳定, HNO₃ 比 H₃PO₄ 酸性强, 故元素的非金属性取决于元素的原子结构。而非金属单质的活泼性是指其单质在发生化学反应时的难易, 这虽与原子结构有关, 但主要取决于分子的结构。在氮、磷两元素的单质分子中, 氮分子 N₂ 有三个共价键, 键能大, 键很牢固, N₂ 分子因此很稳定; 而白磷和红磷分子中都不存在这样大的共价键键能, 所以 N₂ 分子远比白磷和红磷分子稳定, 即氮气没有磷的单质活泼。

2. 同素异形体之间的相互转化是物理变化还是化学变化? 是不是氧化还原反应?

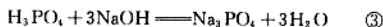
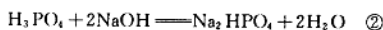
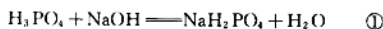
答: 白磷与红磷在一定条件下可以相互转化, 转化后它们的结构和性质都发生了变化, 因此白磷与红磷是不同的物质, $4P(\text{红磷}) \rightleftharpoons P_4(\text{白磷})$, 所以是化学变化, 但红磷和白磷中 P 的化合价都为 0, 无化合价的升降, 所以不是氧化还原反应。



疑难问题点拨

(1) H₃PO₄ 与 NaOH 反应规律

设 NaOH 与 H₃PO₄ 的物质的量之比为 n。



当 $n \leq 1$ 时, 反应按①式进行, 生成产物为 NaH₂PO₄;

当 $n = 2$ 时, 反应按②式进行, 生成产物为 Na₂HPO₄;

当 $n \geq 3$ 时, 反应按③式进行, 生成产物为 Na₃PO₄;

当 $1 < n < 2$ 时, 反应按①②式进行, 生成产物为 Na₂HPO₄ 和 NaH₂PO₄;

当 $2 < n < 3$ 时, 反应按②③式进行, 生成产物为 Na₂HPO₄ 和 Na₃PO₄。

(2) 磷酸对应的盐有三种。其中, 所有的磷酸二氢盐都可溶于水, 而磷酸正盐和磷酸一氢盐除钾、钠、铵盐可溶于水外, 其他都难溶于水。

例如, 磷矿石[主要成分是 Ca₃(PO₄)₂]不能直接做肥料使用, 原因是它难溶于水, 植物难以吸收。工业生产中常将它粉碎后用浓 H₂SO₄ 处理, 使它转化为可溶性的 Ca(H₂PO₄)₂, 制成过磷酸钙肥料。

(3) 常利用磷酸的难挥发性, 来制取那些不能用浓 H₂SO₄ 制取的挥发性酸。例如, HI 和 HBr 的还原性较强, 可被浓 H₂SO₄ 氧化, 因此不能用浓 H₂SO₄ 来制取, 但可用浓 H₃PO₄ 来制取。

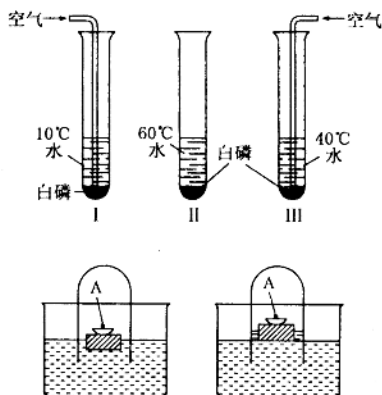


考点题型探析

考点1 白磷与 O_2 的反应

白磷在空气中可被氧气氧化并使白磷的温度升高而达到着火点,发生自燃,主要设计为实验题。

(1)白磷在 O_2 中燃烧的现象是_____。
如果用白磷来进行如图所示实验,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ发生不同的现象是:_____。由此你得出的结论是:_____。



(2)如图所示,玻璃罩中充满空气,在木块上的蒸发皿中,放入一块蜡状固体A,经过一段时间后发现水面上升了约 $\frac{1}{5}$ 的高度。试分析:固体A是_____ (物质),水面A上升的原因_____。

(3)在白炽灯中常加入极少量的白磷,再充入一定量的氮气,其作用是_____。

解析 白磷在 O_2 中燃烧的现象是①剧烈燃烧,②产生大量的白烟(P_2O_5)。由可燃物燃烧的条件:①达到着火点,Ⅰ不符合,不能熔化;②与氧气接触,Ⅱ不符合,故不能熔化;故Ⅰ、Ⅱ皆不能燃烧,而Ⅲ符合①②两条,故在熔化的同时,燃烧。

玻璃罩内的水面上升,说明里面的气压减小,大气压强把水压入罩内,即空气的量减少了。A物质吸收了空气中的某些成分,而上升的高度约为 $\frac{1}{5}$,这恰好是空气中 O_2 的体积,所以A应该是在常温下即能迅速与 O_2 反应并且不产生气体的物质,故A应是白磷。白磷的着火点低,在空气中能自燃,消耗 O_2 ,使瓶内的压强减小(小于外界大气压),瓶内的水面上升,上升的高度应该是 O_2 在空气中所占的体积比。玻璃罩内剩余的气体主要是 N_2 难溶于水,故液面只上升了原来高度的 $\frac{1}{5}$ 。

答案 (1)白烟 Ⅰ、Ⅱ不燃烧,Ⅲ中燃烧

可燃物燃烧的条件:温度达到着火点,与 O_2 接触。

(2)白磷 A吸收了空气中的 O_2 使罩内压强减小,故罩

内水面上升,水上升的高度约为 $\frac{1}{5}$,恰好是空气中 O_2 的体积,所以A应为与 O_2 在常温下反应且产生不为气体物质的物质,即白磷,以保持内外压平衡

(3)白磷除去灯泡内空气,防止灯丝被氧化,再充入氮气,保持压强内外相等

点评 本题既考查了基础,又要求一定的能力,是比较新颖的实验题,易做但不易得高分。

考点2 H_3PO_4 的性质

H_3PO_4 的性质一般考查与碱反应的量的关系,有时还会考查不挥发性和磷酸盐的一些性质,主要设计考查 H_3PO_4 为三元酸的计算。

向三份体积为V,物质的量浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中分别加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的磷酸溶液,反应后分别生成 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 CaHPO_4 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,所需磷酸溶液的体积比是 ()

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

解析 若消耗 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 一样多,生成盐比例为:



根据磷原子与钙原子守恒,消耗 H_3PO_4 的比例为 $\frac{2}{3} : 1 : 2 = 2 : 3 : 6$ 。

答案 D

活学活用

解答此例题往往有一定的技巧,若换成 NaOH 与 H_3PO_4 反应, H_3PO_4 的量相同,则 NaOH 的体积比为多少?

解析 由磷原子守恒 Na_3PO_4 、 Na_2HPO_4 、 NaH_2PO_4 物质的量相同,则消耗的 NaOH 比例为 $3:2:1$,或由 H^+ 与 OH^- 反应的守恒得消耗的 OH^- 为 $3:2:1$,即 NaOH 的比例为 $3:2:1$ 。

答案 $3:2:1$



能力提升训练

双基在线

1. 既能用 P_2O_5 干燥,又能用碱石灰干燥的气体是 ()

- A. Cl_2 B. HCl
C. N_2 D. NH_3

解析 P_2O_5 是酸性干燥剂,只可用于干燥中性或酸性气体,可排除D选项;而碱石灰为碱性干燥剂,只能用于干燥中性或碱性气体,可排除A、B两个选项,因此本题答案为C。

答案 C

记下你做对题上的

高考新思路·化学

2. 下列氧化物中是酸酐的一组为 ()

① N_2O ② NO ③ N_2O_3 ④ NO_2 ⑤ N_2O_5 ⑥ P_2O_3
⑦ P_2O_5

A. ①②③④ B. ③④⑥⑦
C. ②④⑤⑦ D. ③⑤⑥⑦

解析: 作为酸酐的氧化物中非金属元素的化合价应等于相应的含氧酸中该元素的化合价。故 N_2O_3 是 HNO_2 的酸酐; N_2O_5 是 HNO_3 的酸酐; P_2O_3 是 H_3PO_3 的酸酐; P_2O_5 是 H_3PO_4 及 HPO_3 的酸酐。

答案: D

3. 实验室保存下列物质: ①溴 ②红磷 ③钠 ④白磷 ⑤硫黄, 其中常用水作保护剂的是 ()

A. ①④ B. ②④
C. ③④⑤ D. 只有④

解析: 用水作保护剂的目的是隔绝空气(主要是 O_2) 和防止挥发, 因此对于那些易与 O_2 反应而又不与 H_2O 反应, 且密度大于水的物质(如白磷), 及易挥发的物质(溴)等皆可用用水作保护剂, 故本题答案为 A。

答案: A

4. 下列物质中, 不能升华的是 ()

A. 碘 B. 氯化铵
C. 红磷 D. 硫黄

解析: 升华是固态物质不经液态而直接变为气态物质的现象, 属物理变化, 本题中 NH_4Cl 的分解与形成是两个化学变化。

答案: B

5. 已知下列事实①硝酸的酸性比磷酸强 ②硝酸显强氧化性, 磷酸不显强氧化性 ③氮气与氢气直接化合, 磷与氢气很难直接化合 ④氨比磷化氢稳定
其中能说明氮元素比磷元素非金属性强的是 ()

A. ①②③ B. ①②④
C. ①③④ D. ②③④

解析: 非金属性的强弱可通过比较其单质与氢气化合的难易, 形成的氯化物的稳定性, 最高价含氧酸的酸性强弱来进行, 故本题答案为 C。

答案: C

6. 通常情况下, 磷单质比氮气化学性质活泼, 其理由是 ()

A. 氮气是双原子分子
B. 原子半径 $P > N$
C. 氮分子中有三个共价键, 其键能很大
D. 相对原子质量 $P > N$

解析: N 元素比 P 元素的非金属性强, 但组成单质后, 氮气分子由于氮原子与氮原子间形成叁键, 破坏它需要很大的能量, 故氮气的化学性质反而不如磷活泼, 故答案为 C。

答案: C

7. 0.1 mol 红磷在一定量氯气中燃烧, 质量增加 14.2 g, 则生成的物质是 ()

A. 只有 PCl_3 B. 只有 PCl_5
C. PCl_3 和 PCl_5 的混合物 D. 无法确定

解析: P 在 Cl_2 中燃烧增加的质量即为 Cl_2 的质量, 通过计算 0.1 mol 物质 P 与 Cl_2 反应, 消耗 Cl_2 为 $n(Cl_2) = \frac{14.2 \text{ g}}{71 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ mol}$, 则 $n(P) : n(Cl) = 1 : 4$, 该生成物组成介于 PCl_3 和 PCl_5 的组成之间。

答案: C

8. 10 mL 0.1 mol $\cdot$ L $^{-1}$ 的 H_3PO_4 与 10 mL 0.1 mol $\cdot$ L $^{-1}$ 的 $NH_3 \cdot H_2O$ 完全反应所生成的盐为 ()

A. $NH_4H_2PO_4$
B. $(NH_4)_2HPO_4$
C. $(NH_4)_3PO_4$
D. $(NH_4)_2HPO_4$ 和 $NH_4H_2PO_4$

解析: 当 $n(H_3PO_4) : n(NH_3 \cdot H_2O) = 1 : 1$ 时, 发生反应 $H_3PO_4 + NH_3 \cdot H_2O = NH_4H_2PO_4 + H_2O$

当 $n(H_3PO_4) : n(NH_3 \cdot H_2O) = 1 : 2$, 发生反应 $H_3PO_4 + 2NH_3 \cdot H_2O = (NH_4)_2HPO_4 + 2H_2O$

当 $n(H_3PO_4) : n(NH_3 \cdot H_2O) = 1 : 3$ 时, 发生反应 $H_3PO_4 + 3NH_3 \cdot H_2O = (NH_4)_3PO_4 + 3H_2O$

答案: A

综合应用

1. 为了配制一种培养液, 需要用含有 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 (它们的物质的量之比为 3 : 1) 的混合液。每升溶液中含磷原子 0.1 mol。现用 4.0 mol $\cdot$ 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 溶液多少毫升和 NaOH 多少克?

解析: 本题应用守恒法。设 NaH_2PO_4 的物质的量为 $3x$, Na_2HPO_4 为 x , 溶液中磷原子的物质的量为 0.1 mol $\cdot$ L $^{-1} \times 2 \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$ 。

根据磷守恒: $3x + x = 0.2 \text{ mol}$, $x = 0.05 \text{ mol}$

$\therefore n(NaH_2PO_4) = 0.15 \text{ mol}$, $n(Na_2HPO_4) = 0.05 \text{ mol}$

根据磷守恒 $V(H_3PO_4) = \frac{0.2 \text{ mol}}{4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$

根据钠守恒 $n(NaOH) = 0.15 \text{ mol} + 0.05 \text{ mol} \times 2 = 0.25 \text{ mol}$

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

答案: 50 mL 10 g

2. 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 体积磷蒸气和 6 体积氢气, 由此可推断该气态化合物的化学式为 _____, 该分解的化学方程式为 _____

解析: 在同条件下, 气体的体积之比等于气体物质的量之比, 又等于化学方程式计量系数比。又该气态化合物分解产生磷蒸气和氢气, 故将该化合物设为 PH_x ,

得 $4PH_x = P_4 + 6H_2 \Rightarrow x = 3$ 。

答案: PH_3 $4PH_3 = P_4 + 6H_2$