
黄冈名师点拨

高二化学
(上)

目 录

第一章 氮族元素	1
第一节 氮和磷	1
第二节 氨 铵盐	19
第三节 硝酸	39
第四节 氧化还原反应方程式的配平	56
第五节 有关化学方程式的计算	72
本章总结	94
本章综合测试	98
第二章 化学平衡	106
第一节 化学反应速率	106
第二节 化学平衡	123
第三节 影响化学平衡的条件	141
第四节 合成氨条件的选择	160
本章总结	179
本章综合测试	196
期中测试题	205
第三章 电离平衡	213
第一节 电离平衡	213
第二节 水的电离和溶液的 pH	227
第三节 盐类的水解	244
第四节 酸碱中和滴定	258
本章总结	276
本章综合测试	286
第四章 几种重要的金属	293
第一节 镁和铝	293
第二节 铁和铁的化合物	317
第三节 金属的冶炼	339
第四节 原电池原理及其应用	354
本章总结	371
本章综合测试	376
期末测试题	383

第一章 氮族元素

第一节 氮和磷

学法导引

1. 了解氮元素在自然界的循环过程,注意用好课本插图。
2. 根据氮族元素的原子结构特点,在理解的基础上熟记氮族元素的相似性和递变性。
3. 掌握 N_2 的化学性质,注意①用氧化还原反应的观点进行分析;② N_2 的化学性质与其分子结构和原子结构的关系;③与磷和氧气的反应进行比较;④用途和存在与性质的关系。
4. 注意进行有关物质的比较①红磷和白磷;②各种氮氧化物;③磷酸与硫酸、盐酸。

知识要点精讲

1. 氮族元素的相似性

氮族元素的原子最外电子层均有 5 个电子,常见化合价为 +3、+5;最高价氧化物的化学式为 R_2O_5 ,最高价氧化物的水化物均呈酸性,化学式为 H_3RO_4 或 HRO_3 ;负化合价为 -3,气态氢化物的化学式为 RH_3 ,易形成共价化合物,较难形成离子化合物。

2. 氮族元素的递变性

从 N → Bi,随着原子序数的递增,电子层数增加,原子半径递增,得电子的能力减弱,失电子的能力增强;元素的非金属性逐渐减弱,金属性逐渐增强,Sb 和 Bi 无负化合价。单质的物理性质呈规律性变化。

3. 氮气的物理性质

氮气是由氮分子构成的物质,纯净的氮气是无色、无味的气体,难溶于水。

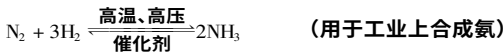
4. 氮气的分子结构

氮气的分子是一种双原子分子,其电子式为: $\text{N} \vdots \vdots \text{N}$,结构式为 $\text{N} \equiv \text{N}$,由于其原子间以叁键结合,其分子结构非常稳定。

5. 氮气的化学性质

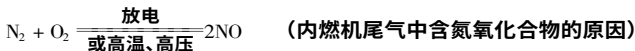
氮元素的非金属性很强,同时氮气的分子结构又很稳定,所以通常条件下, N_2 的化学性质很不活泼,可代替稀有气体作保护气。但在高温、放电、点燃等条件下, N_2 能与 H_2 、 O_2 、II A 族的 Mg 、 Ca 等发生化学反应,在反应中既可以作氧化剂,又可以作还原剂。氮的固定是指将空气中的 N_2 转变为含氮的化合物。

(1) 氮气的氧化性



$3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ 生成的 Mg_3N_2 可与水反应 $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_3 \uparrow$ 由于 O_2 较 N_2 活泼得多,故镁条在空气中燃烧的产物里只含微量的 Mg_3N_2 。

(2) 氮气的还原性

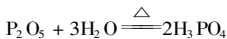
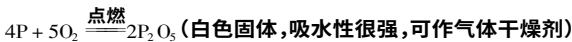


6. 氮的氧化物

氮的氧化物有 N_2O 、 NO 、 N_2O_3 (亚硝酸的酸酐)、 NO_2 (N_2O_4)、 N_2O_5 (硝酸的酸酐),其中 NO 无色气体,不溶于水,易氧化成 NO_2 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$
 NO_2 红棕色气体,可与水反应,有较强的氧化性 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 且存在 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ (无色气体)。

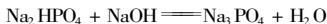
7. 磷的化学性质

磷的同素异形体有红磷和白磷,其物理性质存在较大的差异,但化学性质相似,主要表现出还原性(较 N_2 强),能与 O_2 、 Cl_2 反应:



8. 磷酸的性质

磷酸是无色透明的晶体,能与水互溶,是一种高沸点的中等强度的三元酸,受热不易分解,没有强氧化性,可用于制备 HBr 、 HI (实验室),与碱反应可以生成三种盐:一种正盐和两种酸式盐,反应是分步进行的。如





思维整合

【重点】 氮气的化学性质以及氮族元素的相似性、递变性。

【难点】 1. 与氮的氧化物有关的计算。

2. 磷酸的酸性。

【易错点】 在进行氮气和磷的活泼性比较以及氮和磷的非金属性比较中,不能站在氧化还原反应的角度把握反应的实质。



精典例题再现

【解析重点】

【例1】 氮气与其他单质化合一般需要高温,有时还需高压等条件,但金属锂在常温、常压下就能与氮气化合生成氮化锂—其原因可能是:_____

- ①此反应可能是吸热反应;
②此反应可能是放热反应;
③此反应可能氮分子不必先分解成氮原子;
④此反应前氮分子一定先分解成氮原子。

A. ①②

B. ②④

C. ②③

D. ①④

【解析】 化学反应可以看成旧化学键断裂和新化学键形成的过程,而氮分子中存在三个共价键,破坏它需消耗大量的能量,而该反应在常温、常压下就能进行,所需能量只能来自于反应热,所以②是正确的,且这些能量在破坏氮分子前就已产生,所以③也正确。

【答案】 C

点拨 单质的化学活泼性不仅与元素的金属性和非金属性强弱有关,而且还与其分子结构、反应过程乃至其在反应中所表现出的性质是氧化性还是还原性都密不可分。

【剖析难点】

【例2】 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,充分反应后,容器内残留 $\frac{m}{2}$ 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

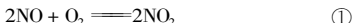
B. 2:3

C. 8:3

D. 3:8

【解析】 解法一:关系式法。

根据



由① $\times 3 +$ ② $\times 2$ 得:



依题意有 $4:3 = (m - \frac{m}{2}):n$

解得 $m:n = 8:3$

解法二 N_2O_5 法。

无论是 NO_2 溶于水生成 HNO_3 , 还是 NO_2 与 O_2 一起与水反应生成 HNO_3 , 还是 NO 与 O_2 一起溶于水生成 HNO_3 , 或者 NO_2 、 NO 和 O_2 混合溶于水生成 HNO_3 , 参加反应的气体中, 氮原子的总数与氧原子的总数之比总是 $2:5$, 因为 HNO_3 的酸酐为 N_2O_5 , 所以, 借助阿佛加德罗定律有 $(m - \frac{m}{2}):[(m - \frac{m}{2}) + 2n] = 2:5$ 解得 $m:n = 8:3$

解法三 电子守恒法。

因为参加反应的 NO 和 O_2 均变为 HNO_3 , 其中氮元素从 $+2$ 价升高到 $+5$ 价, 而 O_2 中氧元素从 0 价降低到 -2 价, 根据得失电子守恒和阿佛加德罗定律有

$$(m - \frac{m}{2}) \times 3 = 2 \times 2 \times n$$

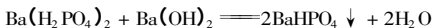
解得 $m:n = 8:3$

【答案】 C

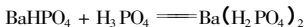
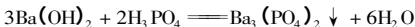
点拨 对于一些物质之间循环反应直至完全的过程, 可以根据反应过程, 找到一个特殊的反应方程式, 然后进行计算, 或者根据化学反应中的基本规律: 质量守恒和得失电子守恒等, 直接列式计算。

例3 不用其它试剂, 怎样鉴别 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 H_3PO_4 两瓶无色溶液?

解析 H_3PO_4 是一种中等强度的三元酸, 属于弱电解质, 它与碱的反应分步进行, 因二者相对量的不同可以生成三种不同的盐。当将 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液逐滴加入 H_3PO_4 溶液中时, 所发生的反应依次为:



若将 H_3PO_4 溶液逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中, 所发生的反应依次为:



可见二者混合的方式不同, 所产生的现象也不同。

答案 取其中一种溶液少许于试管中, 然后向其中逐滴加入另一种溶液, 若立即产生沉淀, 则试管中溶液为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液; 若开始没有沉淀, 但加到一定程度后有白色沉淀产生, 则试管中的溶液为 H_3PO_4 溶液。

点拨 多元弱酸或中强酸与碱的反应以及它们的正盐与酸的反应均分步进行,都会因反应物的相对量不同而生成不同的产物。

【点击易错点】

例4 下列说法中正确的是: ()

- A. 磷与氧气的反应较氮气与氧气的反应容易得多,这表明磷元素的非金属性较氮元素强。
 B. 最高化合价为 +5 价的元素一定是氮族元素。
 C. 少量的白磷应保存在水中,取用小块白磷时应在水下切割。
 D. 用适当的方法可以配制含有 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 和 KH_2PO_4 的培养液。

【错解】 A 或 B 或 D

【错解分析】 由于把“元素的非金属性”与“单质的活泼性”混淆,且不能从氧化还原反应的角度把握反应的实质而错选 A,由于只考虑主族元素而漏掉过渡元素而错选 B,因忽视了 PO_4^{3-} 和 H_2PO_4^- 能在溶液中反应生成 HPO_4^{2-} 而错选 D,联想到活泼的金属钠能在空气中切割而误以为白磷更没必要在水下切割,却没有注意到白磷的着火点很低,切割时会因摩擦而引起燃烧,故漏选 C。

【正解】 C



能力升级平台

【综合能力升级】 这部分知识常与氧化还原反应和一些化学基本理论、化学计算和化学实验等知识综合命题,其热点是以这部分知识为载体,综合考查物质的性质以及与之相关的理论、实验和计算。

例5 80°C 、 101.3kPa 下,用图 1-1-1 装置进行如下实验:A、C 两筒分别装有无色气体,它们可能含 NH_3 、 O_2 、 N_2 、 H_2S 、 NO 、 CO_2 等气体,B 管内装有固体。推动 A 的活塞使 A 筒中的气体缓缓地全部通过 B 后进入 C 筒,C 中的气体由无色变为红棕色,但其体积换算成同温同压下却未变化。

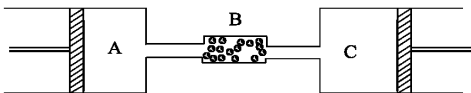


图 1-1-1

(1) C 中发生的反应,其化学方程式是:_____。

已知原 C 中的气体是单一气体,它是:_____ (若有多种可能的答案,需一一列出)。
 将反应后 C 筒中的气体,用水充分吸收,在同温同压下,气体体积减少一半,则与水反应前 C 中的气体是:_____ (若有多种可能的答案,需一一列出)。

(2)若实验开始前 A、C 中气体的体积(换算为标况)分别为 1.40L 和 2.24L,且 A 中的气体经过 B 管后,B 管增重了 1.40g,通过计算和推理判定,进入 C 中的气体是_____,其在标况下的体积为_____,A 中的气体能否为单一成分_____ (填“能”或“不能”).

[解析] 根据题中列出的气体的范围,并由 C 筒中发生的现象(气体由无色变为红棕色),即可写出其中的化学方程式是 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 。第二步,已知反应前 C 筒中的气体是单一气体,所以只可能是 O_2 或 NO 。其次,题设 C 筒中的气体在反应前后体积不变,而上述反应式中只有 NO 和 NO_2 的化学计量数相等,由此判断原 C 筒中的气体只能是 NO ,而由 B 管进入 C 筒的气体是纯氧,且 $V(\text{O}_2) \leq \frac{1}{2} V(\text{NO})$ 。第三步,C 中的 NO 与 O_2 反应得到的气体组成有三种可能:① NO_2 和 O_2 ;② NO_2 ;③ NO_2 和 NO 。如前所述,C 中气体体积不变,因此可以断定没有过量的 O_2 进入 C 筒,从而排除①。然后由 NO_2 与 H_2O 的反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NO} + 2\text{HNO}_3$ 可知,如果是②,反应前后气体的体积比应为 3:1,与试题给出的条件不符,所以又可以排除②。由此得出与水反应前的气体应是 NO_2 和 NO 的混合气体。进一步由题设条件可列出:

$$\begin{cases} V(\text{NO}_2) + V(\text{NO}) = 2.24\text{L} \\ \frac{1}{3} V(\text{NO}_2) + V(\text{NO}) = \frac{1}{2} \times 2.24\text{L} \end{cases}$$

解之,得 $V(\text{NO}_2) = 1.68\text{L}$

所以由 B 管进入 C 筒的 O_2 体积为: $V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{NO}_2) = 0.84\text{L}$

由此判定 A 中的气体不能是单一气体。

[答案] (1) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$; NO ; NO 和 NO_2 的混合气体。

(2) O_2 0.84L 不能。

例 6 近年来,发现少量的 NO 在生物体内许多组织中存在,它有扩张血管、免疫、增强记忆的功能,从而成为当前生命科学研究的热点, NO 亦被称为“明星分子”。请回答下列问题:

(1) NO 对环境的危害在于

()

- A. 破坏臭氧层
- B. 高温下能使一些金属被氧化
- C. 造成酸雨
- D. 与人体血红蛋白结合

(2)在含 Cu^+ 离子的酶的活化中心中,亚硝酸根离子(NO_2^-)可转化为 NO ,写出 Cu^+ 和亚硝酸根离子在酸性水溶液中反应的离子方程式:

(3)在常温下,把 NO 气体压缩到 $1.01 \times 10^7 \text{ Pa}$,在一个容积固定的容器里加热到 50°C ,发现气体的压力迅速下降,压力降到略小于原压力 $\frac{2}{3}$ 就不再改变,已知其中一

种产物为 N_2O , 写出上述变化的化学方程式:

【解析】(1) NO 很不稳定, 极易被氧化生成 NO_2 , 进一步与水反应生成 HNO_3 , 且它能与人体血红蛋白结合。

(2) NO_2 中氮元素的化合价降低被还原成 NO , 所以 Cu^+ 被氧化为 Cu^{2+} 。

(3) 因 $NO \rightarrow N_2O$, 氮元素的化合价降低, 必有一化合价升高的变化, 由质量守恒定律和阿佛加德罗定律, 依题意知另一产物为 NO_2 。

【答案】(1) A、C、D。

(2) $Cu^+ + NO_2^- + 2H^+ = Cu^{2+} + NO \uparrow + H_2O$

(3) $3NO = N_2O + NO_2$

【应用创新能力升级】这部分单质和化合物常应用于化工生产、化学肥料、医学、环保以及一些现代高科技领域中, 命题趋向于以生产、环保等为背景, 考查信息迁移能力和综合应用所学知识的能力。

例7 光化学烟雾的形成过程是: 当汽车尾气中的 NO_2 在日光照射下分解成 NO 和氧原子时, 即开始光化学烟雾的循环, 不断地产生 O_3 。这个循环包括下列三个化学方程式, 请补充化学方程式(2)。

(1) $NO_2 \xrightarrow{\text{光}} NO + O$ (2) _____ (3) $O + O_2 = O_3$

写出以上三个反应的总方程式:

【解析】由题设“光化学烟雾循环”和“不断产生 O_3 ”, 联系 NO 的不稳定性, 可以确定 NO_2 在整个过程中作催化剂。

【答案】 $2NO + O_2 = 2NO_2$; $3O_2 \xrightarrow[NO_2]{\text{光照}} 2O_3$

点拨 由本题可以看出, O_3 在高空是保护层, 是人类的“朋友”; 当它在地面附近时, 就是大气污染物, 是人类的“敌人”。



高考热点点拨

在近年高考中, 这部分内容仍是非金属元素的命题热点, 试题常以元素及其化合物的知识为载体, 以化工生产、环境保护和科学实验为背景, 综合考查物质的性质以及相关的概念、理论、实验和计算。题型主要为选择题和大型填空题。

例8 (2003, 黄冈) 把 H_2S 通入碘水中, 过滤出生成的硫, 可得一定浓度的氢碘酸, 氢碘酸易被空气中的 O_2 氧化为碘。碘在水溶液中可以与红磷反应生成 PI_3 , PI_3 水解生成 HI 和 H_3PO_3 。

(1) 写出氢碘酸氧化变质的离子方程式: _____。

(2) _____ (填“能”或“不能”) 用浓 H_2SO_4 与固体 NaI 共热制 HI , 原因是: _____。用浓磷酸与固体 NaI 共热可以制得 HI , 反应的化学

方程式为：_____。

(3) 在配制的 HI 溶液中，加少量的红磷，在露置于空气的过程中，若溶液的体积不变，则溶液中 HI 的物质的量浓度_____（填‘增大’或‘减小’或‘不变’）。写出加入红磷后可能发生反应的化学方程式：_____。

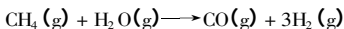
【答案】 (1) $4\text{H}^+ + 4\text{I}^- + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{I}_2$ ；

(2) 不能 浓硫酸能将 -1 价碘氧化为 I_2 $3\text{H}_3\text{PO}_4(\text{浓}) + \text{NaI} \xrightarrow{\Delta} \text{HI} \uparrow + \text{NaH}_2\text{PO}_4$ ；

(3) 不变 $2\text{P} + 3\text{I}_2 = 2\text{PI}_3$ $2\text{PI}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{HI} + \text{H}_3\text{PO}_3$ 。

点拨 在用磷酸制酸性物质时，磷酸只能生成磷酸二氢盐，一般不能生成正盐或磷酸氢盐。

例 9 (2003, 上海) 合成氨原料可以由天然气制取，其主要反应为：



(1) 1 m^3 (标准状况) CH_4 按上式完全反应，产生 H_2 _____ mol。

(2) CH_4 和 O_2 的反应为 $2\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 设 CH_4 同时和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 及 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应。 1 m^3 (标准状况) CH_4 按上述两式完全反应，产物气体的体积 V (标准状况) 为：_____。

(3) CH_4 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 及富氧空气 (O_2 的含量较高，不同富氧空气氧气含量不同) 混合反应，产物气体组成如下表：

气 体	CO	H_2	N_2	O_2
体积(L)	25	60	15	2.5

计算该富氧空气中 O_2 和 N_2 的体积比 $V(\text{O}_2)/V(\text{N}_2)$ 。

(4) 若 CH_4 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 及某富氧空气混合反应的产物中， $V(\text{H}_2):V(\text{N}_2)=3:1$ (合成氨反应的最佳比)，则反应中 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和该富氧空气的体积比为何值？

【解析】 (1) 直接用化学方程式和气体的摩尔体积进行计算。

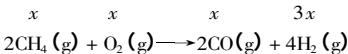
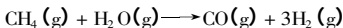
(2) 题设为 CH_4 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 O_2 反应，又没有提供二者的相对量，因此应该用极值法根据化学方程式和阿佛加德罗定律，计算出产物气体的体积范围。

(3) 由于 N_2 不参加反应，所以只要求出 O_2 的体积就能达到目的。求氧气的体积可以直接设未知数用化学方程式进行计算，也可以由 C、H、O 原子守恒直接列式计算。

(4) 题设不同富氧空气中氧气的含量不同，所以我们要考虑该富氧空气的组成，且已知 $V(\text{H}_2):V(\text{N}_2)=3:1$ ，不涉及 CO，因而只需考虑 $V(\text{H}_2)$ 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和富氧空气之间的关系，而不必涉及 CH_4 ，所以只要设出恰当的未知数，然后根据化学反应方程式即可列出方程，求出结果 (只能是代数式)。

【答案】 (1) 133.9 (2) $3 \text{ m}^3 < V < 4 \text{ m}^3$

(3) 解一 设参加反应的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 O_2 体积分别为 x 和 y ，则有



依题设条件有 $\begin{cases} x + 2y = 25 \\ 3x + 4y = 60 \end{cases}$

解之得 $\begin{cases} x = 10(\text{L}) \\ y = 7.5(\text{L}) \end{cases}$

$$\therefore V(\text{O}_2) : V(\text{N}_2) = (7.5 + 2.5) : 15 = 2 : 3$$

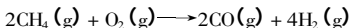
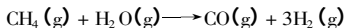
解二 由 C 守恒有 $V(\text{CH}_4) = V(\text{CO}) = 25(\text{L})$

由 H 守恒有 $V(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2) - 2V(\text{CH}_4) = 60\text{L} - 25\text{L} \times 2 = 10\text{L}$

由 O 守恒有 $V(\text{O}_2) = 2.5\text{L} + [V(\text{CO}) - V(\text{H}_2\text{O})]/2 = 10\text{L}$

$$\therefore V(\text{O}_2) : V(\text{N}_2) = 10 : 15 = 2 : 3$$

(4) 设富氧空气中 O_2 的体积分数为 a , 用去 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和富氧空气的体积分别为 x 、 y , 则:



依题意有 $\frac{3x + 4ay}{(1-a)y} = \frac{3}{1}$

解得 $x/y = 1 - \frac{7}{3}a$



教材跟踪训练

A 卷

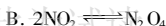
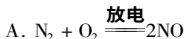
1. 起固氮作用的化学反应是

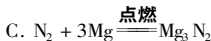
()

- A. 氮气与氢气在一定条件下反应生成氨气
- B. 一氧化氮与氧气反应生成二氧化氮
- C. 二氧化氮与氨气在一定条件下反应生成氮气和水
- D. 由氨气制碳酸氢铵和硫酸铵

2. 下列反应中氮元素被还原的是

()





3. 下列氧化物中不是酸酐的是：

()



4. 第二次世界大战期间,盟军侦察兵找到德国法西斯的一座十分隐蔽且戒备森严的军火仓库,上级要求他们必须在三天内炸掉它,结果他们只用了几只涂有化学药剂的老鼠就完成了任务,请推测这种化学药剂是

()

A. 黑火药

B. 酒精

C. 硫黄

D. 白磷的二硫化碳溶液

5. 砷为第四周期 VA 族元素,根据其在元素周期表中的位置推测,砷不可能具有的性质是

()

A. 砷在通常状态下是固体

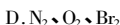
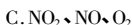
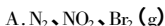
B. 可以有 +3、+5、-3 等多种化合价

C. 砷的还原性比磷弱

D. As_2O_5 对应水化物的酸性较 H_3PO_4 弱

6. 某集气瓶中气体呈红棕色,加入足量水盖上玻璃片振荡,得橙色溶液,气体颜色消失,再打开玻璃片后,瓶中气体又变为红棕色,则该气体可能是下列混合气体中的

()



7. 科学家发现的 C_{60} 是一种新的分子,它具有空心的类似足球的结构,被称为“分子足球”,最近又有科学家认为世界上还存在着另一种“分子足球” N_{60} ,它与 C_{60} 结构相似,并且在高温或机械撞击后,其中积蓄的巨大的能量会在一瞬间释放出来。对于 N_{60} ,下列说法中正确的是

()

A. N_{60} 的摩尔质量为 840g

B. N_{60} 和 ^{14}N 都是氮的同位素

C. N_{60} 没有同素异形体

D. N_{60} 的发现开辟了能源世界新天地,它将可能成为新的高能燃料

8. 实验室用向上排空气法收集 NO_2 气体,若用 90 mL 容器收集一定量的 NO_2 后,将容器倒置于盛满水的水槽里,充分作用后,容器中残留 40 mL 气体,据此可知收集气体时排出容器的空气体积约为(设空气中氧气的体积分数为 $\frac{1}{5}$)

()

A. 68.8mL

B. 50mL

C. 40mL

D. 18.8mL

想一想

残留气体的体积能为 25mL 吗?

9. 贮满干燥的某种气体的试管倒置于水中,轻轻振荡,水可以充满试管。该气体不可能是 ()

A. HI

B. NO_2 C. NH_3 D. SO_2

想一想

按上述方法进行实验,水能充满试管的任何气体,都能用于进行喷泉

实验(用水作试剂)吗?

10. 同主族的氮和磷相比较,下列说法中不正确的是 ()

A. 用元素合成法制取 NCl_3 比 PCl_3 困难B. 最高价氧化物的热稳定性 N_2O_5 比 P_2O_5 大C. 气态氢化物的还原性 NH_3 较 PH_3 弱D. 气态氢化物的沸点 NH_3 较 PH_3 低

11. 关于磷的下列叙述中,正确的是 ()

A. 红磷没有毒性而白磷有剧毒

B. 白磷在空气中加热到 260°C 可转变为红磷

C. 白磷可用于制造安全火柴

D. 大量的白磷应密封保存,而少量的白磷应保存在水中

12. 向含 3.7g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的石灰水中加入 150mL 0.5mol/L 的 H_3PO_4 溶液,待完全反应后下列叙述正确的是 ()

A. 只生成 CaHPO_4 溶液B. 有 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 和 CaHPO_4 生成C. 只生成 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 溶液D. 有 CaHPO_4 和 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 生成

13. 实验室保存红磷的试剂瓶若密封不严,红磷会因缓慢氧化而使表面变潮,怎样用简易的实验方法证明这种说法是正确的?为什么氧化会使表面变潮?

14. 磷化氢(PH_3)是一种无色剧毒的气体(沸点为 -89.7°C)。夏夜,坟场附近游荡着的蓝莹莹‘鬼火’就是磷化氢的自燃现象,磷化氢可以由碘化磷(PH_4I)与强碱反应来制取,其原理类似于氯化铵与强碱的反应,现利用图 1-1-2 的装置进行磷化氢的制取和性质实验。请回答有关问题:

(1) 实验室用 PH_4I 与烧碱反应制 PH_3 的化学方程式:

(2) 实验开始时,先从分液漏斗往盛有碘化磷的烧瓶 A 中加入适量乙醚(乙醚为无色液体、沸点 34.5°C ,微溶于水,有毒,易燃,与 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液不发生化学反应)。微热数分钟后,再从分液漏斗往烧瓶中加入一定量的烧碱溶液,继续加热。在 B 处用电加热器控制硬质玻璃管温度在 300°C 左右。实验中可观察到①在用湿布裹着的 C 处有白色蜡状固体生成;②D 试管中 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液由棕黄色变成淡绿色,同时也有白色蜡状固体生成;③E 处点燃气体,火焰呈蓝色。

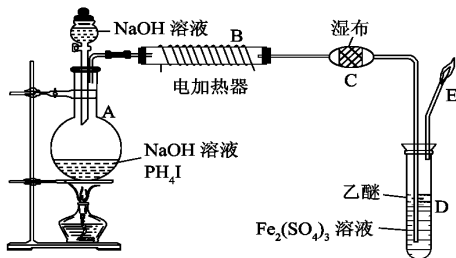


图 1-1-2

I、C 处白色蜡状固体是：_____，这一事实说明 PH_3 受热_____。

II、D 试管中发生反应的化学方程式为：_____，此反应说明 PH_3 具有_____性。

III、E 处导出的气体必须点燃的原因是：_____。

IV、实验开始时，先往烧瓶 A 中加入乙醚并微热，其目的是：_____。

15. 已知镁条能在氮气中燃烧生成氮化镁，氮化镁能与水反应生成氢氧化镁和氨气。将一定量的镁条在空气中燃烧的全部产物溶解在 50mL 1.8mol/L 的盐酸中，用 20mL 0.9mol/L NaOH 溶液中和多余的酸，然后又在此溶液中加入过量的 NaOH，把氨全部蒸发出来用足量的盐酸吸收，经测定氨的质量为 0.102g，试求镁条的物质的量。

B 卷

【综合题】

- 在标况时，下列各组气体混合后，其平均相对分子质量不可能为 40 的是 ()
 - N_2 和 O_2
 - HI 和 Cl_2
 - NO 和 O_2
 - NO_2 和 CO_2
- 把 a mol H_2SO_4 和 b mol $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 混合使之反应，要使生成物中同时有 CaSO_4 、 CaHPO_4 和 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ，则 a 与 b 的关系是 ()
 - $\frac{a}{b} \leq 1$
 - $\frac{a}{b} \geq 3$
 - $1 < \frac{a}{b} < 2$
 - $1 < \frac{a}{b} < 3$
- 已知 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 的混合物中氮的质量分数为 21.2%，则混合物中氧的质量分数约为 ()

- A. 42.4% B. 48.5% C. 81% D. 无法确定
4. 某硝酸钾溶液中含有少量氯化钾和磷酸二氢钙杂质,除去杂质可以选用的试剂和操作有 ①加入稍过量的 AgNO_3 溶液;②加入稍过量的 KCl 溶液;③加入稍过量的 KOH 溶液;④过滤;⑤加入稀硝酸至不再产生气泡为止;⑥加入稍过量的 K_2CO_3 溶液。正确的操作顺序是 ()
- A. ①②③⑤④ B. ③①⑥④⑤
C. ⑥①②④⑤ D. ③⑥①②④⑤
5. 以下各组中三种物质的物质的量相等,将它们的溶液混合后不会产生沉淀的是 ()
- A. AlCl_3 、 NaHSO_4 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 NaH_2PO_4 、 NaOH
C. H_3PO_4 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 HCl D. Na_2SiO_3 、 NaOH 、 H_2SO_4
6. 在标准状况时,将 $a\text{ mL CO}_2$ 通过足量的 Na_2O_2 以后再与 $(10 - a)\text{ mL NO}$ 混合,气体体积变为 5 mL ,则 a 不可能为: ()
- A. 5 B. 6 C. 8 D. 4

7. 如图 1-1-3 (a 中活塞的质量及筒壁的摩擦力不计,与 K 相连的细管的体积也忽略不计)。在标准状况下:

(1) b 中气体不与水接触,打开 K ,足够长时间后, a 中气体体积减少的范围是: _____ $\triangle V$ _____

(已知 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$)

(2)若固定 a 中活塞如图所示。打开 K ,移走 b 的密封套,足够长时间后,观察到的现象是: _____

_____ 所得溶液的物质的量浓度是(设溶质不扩散到水槽中) _____。

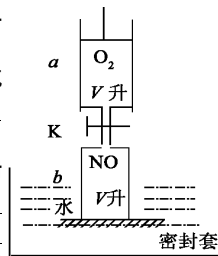


图 1-1-3

【应用创新题】

8. 近年来赤潮在我国时有发生,当赤潮发生时,海水中的某些微小浮游生物大量繁殖,使水体呈红、紫等颜色,使水质变坏,并对生物造成危害。下列关于赤潮的说法不正确的是: ()
- A. 赤潮的发生是一种与人类活动关系不大的自然现象
B. 含磷洗涤剂的广泛使用是发生赤潮的主要原因之一
C. 在封闭的海湾更易发生赤潮
D. 赤潮是水体富营养化的结果

【高考精题回眸】

9. 同温同压下,两个等体积的干燥圆底烧瓶中分别充满① NH_3 、② NO_2 ,进行喷泉实验。经充分反应后,瓶内溶液的物质的量浓度为 ()
- A. ① > ② B. ① < ②

C. ① = ②

D. 无法判断

10. 将 20 mL NO_2 和 NH_3 的混合气体,在一定条件下充分反应,化学方程式是 $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 \xrightarrow{\quad} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$,已知参加反应的 NO_2 比 NH_3 少 2 mL(气体体积均在同温同压下测定),则原混合气体中二氧化氮和氨的物质的量之比为 ()

A. 3:2

B. 2:3

C. 3:7

D. 3:4

11. 在硝酸生产过程中所排放出的废气含有 NO 和 NO_2 ,它们污染环境,现用氨催化还原法将它们转化为无毒气体(填名称)_____直接排入空气中。写出有关反应方程式:_____。

假设 NO 和 NO_2 物质的量之比恰好为 1:1,则两者的混合物相当于一种酸酐。写出由烧碱溶液吸收这种混合物的化学方程式:_____。

12. 将红磷置于 Cl_2 中燃烧,若红磷与 Cl_2 按物质的量 1:1.8 混合,充分反应后生成物中 PCl_3 和 PCl_5 物质的量之比为_____。

13. 有下列实验装置:

示意图 1-1-4 中 A 是简易的氢气发生器, B 是大小适宜的圆底烧瓶, C 是装有干燥剂的 U 形管, a 是旋转活塞, D 是装有还原铁粉的反应管, E 是装有酚酞试液的试管。实验前先检查实验装置的气密性,实验开始时,先关闭活塞 a,并取下烧瓶 B,向 A 中加入一定量浓度适当的盐酸,产生 H_2 ,经必要的“操作”(见问题(2))后,在导管的出口处点燃 H_2 ,然后如图所示,套上烧瓶 B,塞紧瓶塞, H_2 在烧瓶中继续燃烧,用酒精灯加热反应管 D 中的还原铁粉,待 B 中 H_2 的火焰熄灭后,打开活塞 a,气体通过反应管 D 进入试管 E 中,使酚酞溶液呈红色,请回答下列问题:

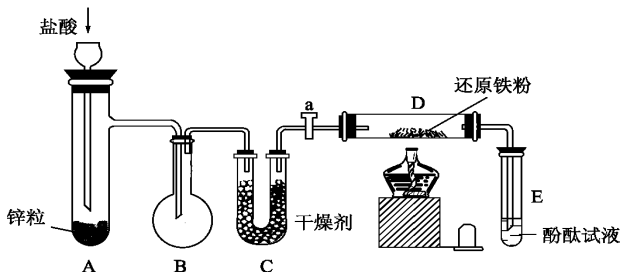


图 1-1-4

(1) 实验前如何检验装置的气密性？

(2) 点燃氢气前必须进行_____操作,进行该操作的方法是_____。

(3) 写出 B、D 中分别发生的化学反应方程式：

B 中：_____ D 中：_____

(4) C 中所盛干燥剂的名称是_____该干燥剂的作用是_____。

14. 为了配制一种培养液,需含 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 (它们物质的量之比为 3:1) 的混合液,每升混合液中含磷元素 0.10 mol 。现用 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_3\text{PO}_4$ 和固体 NaOH 配制 2.0 L 混合液,求需取该磷酸溶液多少毫升和 NaOH 多少克。



参考答案与点拨

A 卷

1. A 点拨 氮的固定是指氮元素由游离态变为化合态。
2. C
3. D 点拨 酸性氧化物是指能与碱通过复分解反应生成盐和水的氧化物。
4. D 点拨 军火库里的弹药均为易燃、易爆物质。 CS_2 为易挥发物质, CS_2 挥发后使白磷与空气接触,白磷的着火点低,在空气中能因缓慢氧化而自燃。
5. C 点拨 元素的非金属性越强,其单质的还原性一般越弱。
6. A 点拨 二氧化氮与水反应的产物均是无色的,故有 $\text{Br}_2(\text{g})$,而与空气接触变为红棕色的只能是 NO ,故有 NO_2 或 NO 。
7. D 点拨 同位素和同素异形体的研究对象分别是原子和单质,摩尔质量的单位是 g/mol 。
8. C 点拨 排出空气的体积即为收集到 NO_2 的体积,由题设条件及有关反应可知剩余气体的成分可能是① N_2 ,② N_2 和 NO ,③ N_2 和 O_2 。设收集到的 NO_2 为 $V \text{ mL}$,则含空气 $(90 - V) \text{ mL}$,由 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 和 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 有：

$$\text{①当剩余 } \text{N}_2 \text{ 时, } (90 - V) \times \frac{1}{5} : V = 1:4 \quad \text{解得 } V = 40(\text{mL})$$

$$\text{②当剩余 } \text{N}_2 \text{ 和 NO 时, } (90 - V) \times \frac{1}{5} : V < 1:4$$

解得 $V > 40(\text{mL})$ 且 $V < 90 \text{ mL}$

$$V(\text{余}) = V(\text{N}_2) + V(\text{NO})$$

$$= (90 - V) \times \frac{4}{5} + \frac{1}{3} \times [V - (90 - V) \times \frac{1}{5} \times 4]$$