

前言

QIAN YAN

有位大学校长曾说过：“我们教育学生就象猎人学打猎一样，要教会他们如何使用猎枪，而不是老让他们带‘干粮’”。教育的根本目的是让学生掌握知识，将知识转化为一种工具，并最终运用这个工具去解决实际问题。如果说“熟练使用猎枪”是猎人生存的基本保证，那么“灵活运用知识”一定是学习成功的必然要求。

修订后的《课程标准》和《考试说明》要求，教学应以教会学生如何学、学会如何学为主要任务，高考以考查学生能力为目标。提高素质，训练能力是新世纪人才培养的基本要求。

“学案”即是以“学”为主的学习辅导方案。它的科学之处在于以学生为本，充分调动学生的学习积极性，发挥学生的主体作用，全面培养学生的兴趣，挖掘学生的学习潜能。让学生在主动研究、思考和探索的情境中学习，使学生能准确理解和牢固掌握理论知识，并最终形成灵活运用知识的能力。

《高中同步测控优化设计》系列丛书以其独到的设计理念、对新教材的准确把握和高效实用的性能受到广大师生的厚爱，品牌地位已经确立。策编人员与时俱进，开拓创新，经过共同努力，新版丛书又将呈现出更高的品位和全新的面貌。新版《高中同步测控优化设计》丛书，以“学案”式理论为指导，推广和实施科学、高效的最新学习辅导方略。学习的关键是学生如何学，“教会学生如何学、如何用”是教学的最终要求，也是本丛书策划设计的基本点。

本次修订有以下创新：第一、对原“学习目标”栏目进行改造，由过去对大纲要求的简单陈述，改之以问题的方式设置一些思考性、探索性、实用性的课前问题。第二、“知识梳理”要求将要点内容以框架形式列出，对其重要概念、规律和方法设计成填空或填表，由学生在预习课本，复习教材的基础上完成。第三、根据各学科特点，分别增设“问题探索”、“研究性学习”、“导学诱思”、“自学导引”、“创新训练”、“语篇领悟”、“提纲优化”、“要点扫描”、“学后反思”等自学性、研究性、开放性栏目。

本次修订凸显以下特色：

吸引新成果 创设新模型 传统教辅模式存在“重教轻学”的弊端，栏目设置往往忽视对学生的积极性的培养，缺乏学习方法的研究与指导。本次修订力求保留成熟而稳定的“优化设计”特色，在广泛听取读者建议，吸纳最新教研成果的基础上，成功地将“学案”式教辅理论用于指导丛书的策划和设计，旨在为广大师生提供一套实用、创新、科学和高效的教学辅导精品。

尊重学习规律 精心设置梯度 本丛书力求遵照同步教学的客观规律，在体例设置、内容安排、方法应用、训练考查等方面都充分考虑学生的实际，由浅入深，循序渐进，逐步提高，并适度、战略性地把握高考动向和要求，在同步教学中逐步渗透高考意识。

着眼教学实际 力求科学实用 本丛书紧密结合新教材实际，内容设计、章节划分均符合教学使用习惯，充分体现“同步”意义。各科均增加了课后或章后训练习题，并严格控制各种试题的难度和深度，力求更大程度地满足不同层次学生的训练需求。同时，“1+1”（《学生用书》+《教师用书》）设计模式，为广大教师的课堂教学及课后辅导都提供了有益的参考和帮助。



本书为高二化学上册。本书以节为编写单位,设置以下主要栏目:

[问题探索]以设问方式提出一些源于课本,又不拘于教材范围的开放性、运用性和现实性问题。引导学生学习,启发学生思考,通过问题培养自主探索,学用结合的能力。

[导学诱思]系统梳理知识框架,突出知识体系的网络化。将知识要点或重要规律设计成填空或表格,由学生在预习课本的基础上,归纳完成。旨在训练学生主动、自觉学习的良好习惯。

[热点透视]提炼学习与考试中常见的重点、难点及热点问题,并引导学生展开分析思辨。力争对问题抓得住,讲得清,最终突破难点、扫清障碍,把握热点。

[典例剖析]精选典型例题,展示实际应用,点拨思路,讲清方法,给出规范解答。旨在扩充变式,适度延伸,举一反三,学会应用。

[素能培养]紧扣教材内容,精编适量习题,落实基础,培养技能。实现由知识层次向能力层次的逐步转变。

[阅读思考]精选科技、生产、生活中的学科知识和现象,展示理论应用水平。激发学生的学习兴趣,拓展视野。

全体策编人员殷切期待广大读者对丛书提出宝贵意见。无边的学海仍然警示着我们,只有不懈努力,才会不断前进。

编者

2002年7月

目
录

第一章 氮族元素	001
第一节 氮和磷	001
第二节 氨 铵盐	005
第三节 硝 酸	009
第四节 氧化还原反应方程式的配平	012
第五节 有关化学方程式的计算	016
单元总结	019
单元测试卷	026
第二章 化学平衡	029
第一节 化学反应速率	029
第二节 化学平衡	033
第三节 影响化学平衡的条件	038
第四节 合成氨条件的选择	045
单元总结	049
单元测试卷	056
期中测试卷	059
第三章 电离平衡	062
第一节 电离平衡	062
第二节 水的电离和溶液的 pH	065
第三节 盐类的水解	068
第四节 酸碱中和滴定	071
单元总结	074
单元测试卷	080
第四章 几种重要的金属	082
第一节 镁和铝	082
第二节 铁和铁的化合物	086
第三节 金属的冶炼	090
第四节 原电池原理及其应用	093
单元总结	096
单元测试卷	100
“3+X”专题指导	102
期末测试卷	111
参考答案	114

第一章 氮族元素

第一节 氮和磷

问题探索

1. 氮元素的非金属性强于磷,为什么单质的化学活性却是磷远远强于氮?(试用原子结构及分子结构理论加以理解)

2. 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。

3. 如何鉴别 NO_2 与溴蒸气?

4. “雷雨发庄稼”有哪些科学道理?写出有关化学方程式。

5. 通过阅读“自然界中氮的循环”完成以下问题

①怎样理解氮元素是组成生命的重要元素?

②简述自然界中氮元素的循环过程?

③什么叫做氮的固定?下列过程属于氮的固定的是_____。

- 放电条件下氮气与氧气化合
- 在一定条件下用 NH_3 与 CO_2 合成尿素
- 豆科植物根瘤菌能把空气中的氮气变成含氮化合物
- 工业合成氨

导学诱思

一、氮族元素

氮族元素是周期表里的_____。有_____价电子,因而能_____电子而显示_____价,最高价为_____,氮族元素随着核电荷数的递增,_____,获得电子的趋势_____,因而

非金属性_____,氮族元素的非金属性比同周期的卤族、氧族_____。

氢化物的通式是_____,最高价氧化物的通式_____,从氮到铋,只有_____能与氢直接化合,且生成物较稳定,其余的元素都不能直接与 H_2 化合,间接生成的氢化物均_____。从氮到铋,其最高价氧化物的水化物酸性_____,碱性_____。氮的最高价氧化物的水化物 HNO_3 是_____(是强还是弱),磷的最高价氧化物的水化物_____是中强酸。

二、氮气

氮气是一种_____颜色_____气味的气体,密度比空气_____,氮气在水里溶解度_____, N_2 的键能很大,较其他双原子分子的键能大,因而 N_2 分子在通常情况下,_____,只有在一定条件下, N_2 分子获得了足够的能量,促使它的共价键断裂,才能跟 H_2 、 O_2 等物质发生化学反应。

三、氮的氧化物

氮的氧化物有_____等。其中_____是氮的两种重要的氧化物。 NO 是_____气体,_____溶于水,容易在空气里氧化成_____色有_____气味的_____,化学方程式为_____。 NO_2 _____于水,生成_____。化学方程式为_____。 NO_2 还可以相互化合生成无色的四氧化二氮,化学方程式为_____。

四、磷的单质及化合物

1. 磷的同素异形体中主要的是_____。其中白磷着火点低,在空气中易_____,故少量的白磷应保存在_____。在磷的同素异形体中_____有毒,易溶于_____。

2. 磷的化学活动性比氮气_____,容易跟_____等化合。反应的化学方程式:跟氧气:_____,跟氯气:_____。

热点透视

1. 本节重点

- (1)氮族元素的原子结构特点及化合价规律
- (2)氮族元素性质的递变规律
- (3)氮和磷单质的分子结构及重要反应
- (4)同素异形体概念及判断

2. 本节难点

- (1)区别氮气的活泼性与氮元素的非金属性
- (2)氮的氧化物混合气体溶于水的有关计算

3. 本节考点

- (1) 氮族元素原子的结构特点
- (2) 氮族元素在周期表中的位置, 以及最高正化合价和最低负化合价
- (3) 氮族元素性质的递变规律
- (4) 氮族、氧族、卤族元素性质的比较
- (5) 氮气的物理性质
- (6) 氮气的分子结构, 氮气常温下性质不活泼的原因
- (7) 氮气的化学性质
- (8) 氮氧化物中氮元素的化合价
- (9) NO 和 NO₂ 的重要性质, 尤其是 NO、NO₂、O₂ 混合气体和水反应的计算
- (10) 白磷、红磷互为同素异形体
- (11) 红磷、白磷的物理性质的差异
- (12) 磷在自然界中的存在和用途
- (13) 白磷的结构及晶型
- (14) 磷的氧化性:(与 O₂、Cl₂ 反应的现象及方程式)

典例剖析

[例1] 将一充满 NO 的试管倒扣于水槽中, 然后向试管中通入一定量的 O₂, 试管中恰好充满水时, 则通入的 O₂ 与原 NO 气体的体积比为 ____。若假设生成的溶质不向外扩散, 且为标准状况。则所得的溶液的物质的量浓度应为 ____。

解析: 有关反应为: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ①

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

故由①②可得: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$

由此方程式可知恰好溶于水时 NO 与 O₂ 体积比, 且生成的 HNO₃ 的物质的量等于原 NO 的物质的量。

答案: 因为 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 故恰好充满水时 $V(\text{O}_2) : V(\text{NO}) = 3 : 4$

且 $c(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V} = \frac{n(\text{NO})}{V(\text{NO})} = \frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

点评: (1) NO 和 O₂ 同时通入水中时, 其反应是: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$; 总式为: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$

当体积 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2)$

$\begin{cases} = 4 : 3 & \text{恰好完全反应} \\ > 4 : 3 & \text{剩余 NO} \\ < 4 : 3 & \text{剩余 O}_2 \end{cases}$

(2) 同理可得: NO₂ 和 O₂ 的混合气体溶于水时, 由 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 可知, 当体积比: $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2)$

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

[例2] 砷为第四周期 V A 族元素, 根据它在元素周期表中的位置推测, 砷不可能具有的性质是 ()

- A. 砷在通常情况下是固体
- B. 可以有 -3、+3、+5 等多种化合价
- C. As₂O₅ 对应水化物的酸性比 H₃PO₄ 弱
- D. 砷的还原性比磷弱

解析: 本题考查氮族元素性质的相似性与递变规律以及将磷

元素性质进行知识迁移的能力。A 项推测单质的状态, N₂ → P₄ → As 分子量由小到大, 状态气 → 固 → 固, 砷可能是固体。B 项推测化合价, 已知磷有 -3、+3、+5 价, 砷在磷的下周期与之相邻, 依相似性可能有一 3 价, 依递变性肯定有 +3、+5 价。由递变规律易知, C 可能, D 不可能。

答案: D

素能培养

一、选择题

- ▶ 1. 下列气体能造成空气中光化学烟雾污染的是 ()
A. CO B. SO₂ C. NO₂ D. Cl₂
- ▶ 2. 氮气的化学性质比较稳定的原因是 ()
A. 分子中两个氮原子间以共价键结合
B. 分子中两个氮原子间键能很大
C. 分子是直线型的
D. 氮原子失电子比较难
- ▶ 3. 氮气的性质是 ()
A. 只有氧化性
B. 只有还原性
C. 既有氧化性又有还原性
D. 既没有氧化性又没有还原性
- ▶ 4. 关于磷的下列叙述中, 正确的是 ()
A. 红磷没有毒性而白磷剧毒
B. 白磷在空气中加热到 260℃ 可转变为红磷
C. 白磷可用于制造安全火柴
D. 少量白磷应保存在水中
- ▶ 5. 盛满等体积 NO 和 NO₂ 的混合气体的试管, 倒置在水槽中, 反应完毕后, 液面上升的高度是试管的 ()
A. 1/2 B. 1/3 C. 2/3 D. 5/6
- ▶ 6. 关于砷元素性质的说法不正确的是 ()
A. 砷很难与氢气发生化合反应
B. 砷的含氧酸有 H₂AsO₄ 和 H₃AsO₃
C. 砷可以形成两种氢化物 AsH₃、AsH₅
D. 砷单质在常温下为固态
- ▶ 7. 有容积相同的 4 个集气瓶, 分别装满下列各气体, 倒扣在盛水的水槽中, 经充分反应后, 集气瓶进水最多的是 ()
A. NO 和 N₂ 体积各占 50%
B. NO₂ 和 N₂ 体积各占 50%
C. NO₂ 和 O₂ 体积各占 50%
D. NO 和 O₂ 体积各占 50%
- ▶ 8. 某氮的氧化物和一氧化碳在催化剂的作用下充分反应, 生成氮气和二氧化碳。若测得氮气和二氧化碳的物质的量之比为 1 : 2, 则该氮的氧化物是 ()
A. N₂O B. NO C. NO₂ D. N₂O₅
- ▶ 9. 在 NO₂ 被水吸收的反应中, 发生还原反应和发生氧化反应的物质, 其质量比为 ()
A. 3 : 1 B. 1 : 3 C. 1 : 2 D. 2 : 1
- ▶ 10. 氮气和氧气的沸点, 前者和后者的关系是 ()
A. 大于 B. 小于 C. 等于 D. 不能确定

- 11. 下列氧化物中,是酸酐的有 ()
A. P_2O_3 B. N_2O C. NO D. NO_2
- 12. 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在水中,经足够时间后,试管内气体的体积缩小为原体积的 $\frac{3}{5}$,则原混合气体中 N_2 与 NO_2 的体积比是 ()
A. 2 : 3 B. 3 : 2 C. 3 : 5 D. 5 : 3
- 13. 在标况下,将 O_2 与 NO 按 3 : 4 体积比充满一干燥烧瓶,将烧瓶倒置于水中,瓶中液面逐渐上升后,最终烧瓶内溶液的物质的量浓度最接近于 ()
A. $0.045 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ B. $0.036 \text{ mol} \cdot L^{-1}$
C. $0.026 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ D. $0.030 \text{ mol} \cdot L^{-1}$
- 14. 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

二、填空题

- 15. 氮分子的电子式是 _____,在氮分子中 $N \equiv N$ 键的键能很大,而氮气的熔、沸点很低,其原因是 _____。
- 16. 通常情况下,氮气很不活泼,原因是 _____。但在一定条件下可与其他物质反应。有 2 种气体,一种能氧化氮气,一种能还原氮气,写出两个反应的方程式:
(1) _____; (2) _____。
- 17. 元素 R 有两种氯化物 RCl_m 和 RCl_n ,相对分子质量之差为 71。Cl 的质量分数在 RCl_m 中为 85%,在 RCl_n 中为 77%。则
(1) $m - n =$ _____, $m =$ _____, R 的相对原子质量 = _____, R 原子的结构简图为 _____。
(2) 通常 R 有两种同素异形体,其名称是 _____ 和 _____。其中一般保持在水中的是 _____。
- 18. 把 20 mL NO 与 NO_2 混合气体装入大试管中倒立在水槽里,片刻后,大试管里剩下的气体为 10 mL,则原混合气体中有 NO _____ mL, NO_2 _____ mL。
- 19. 氮元素各种正价都有相应的氧化物,试写出各对应价态的氧化物的化学式 _____。其中两分子 NO_2 可化合生成一种不稳定的无色氧化物,其化学方程式为 _____。在各种氮的氧化物中属于 HNO_2 及 HNO_3 的酸酐的分别是 _____ 和 _____。

三、实验题

- 20. 实验室可用氯化铵和亚硝酸钠两种饱和溶液反应制取少量氮气。反应的化学方程式为:



- (1) 氮气的发生装置应与下列中的哪种气体的发生装置相同 ()
A. CO_2 B. H_2 C. O_2 D. Cl_2
- (2) 制得的气体可用 _____ 方法收集。

- A. 向上排空气法 B. 向下排空气法
C. 排水法 D. 充袋法

阅 读 思 考

阅读材料 1

光化学烟雾

氮氧化物(NO_x)主要是指 NO 和 NO_2 。 NO 和 NO_2 都是对人体有害的气体。氮氧化物和碳氢化合物(HC)在大气环境中受强烈的太阳紫外线照射后产生一种新的二次污染物——光化学烟雾,在这种复杂的光化学反应过程中,主要生成光化学氧化剂(主要是 O_3)及其他多种复杂的化合物,统称光化学烟雾。

经过研究表明,在 $60^\circ N$ (北纬)~ $60^\circ S$ (南纬)之间的一些大城市,都可能发生光化学烟雾。光化学烟雾主要发生在阳光强烈的夏、秋季节。随着光化学反应的不断进行,反应生成物不断蓄积,光化学烟雾的浓度不断升高,约 3 h~4 h 后达到最大值。这种光化学烟雾可随气流飘移数百公里,使远离城市的农村的庄稼也受到损害。

1943 年,美国洛杉矶市发生了世界上最早的光化学烟雾事件,此后,在北美、日本、澳大利亚和欧洲部分地区也先后出现这种烟雾。经过反复的调查研究,直到 1958 年才发现,这一事件是由于洛杉矶市拥有的 250 万辆汽车排气污染造成的,这些汽车每天消耗约 1600 t 汽油,向大气排放 1000 多吨碳氢化合物和 400 多吨氮氧化物,这些气体受阳光作用,酿成了危害人类的光化学烟雾事件。

1970 年,美国加利福尼亚州发生光化学烟雾事件,农作物损失达 2500 多万美元。

1971 年,日本东京发生了较严重的光化学烟雾事件,使一些学生中毒昏倒。同一天,日本的其他城市也有类似的事件发生。此后,日本一些大城市连续不断出现光化学烟雾。日本环保部门对东京几个主要污染源排放的主要污染物进行调查后发现,汽车排放的 CO 、 NO_x 、 HC 三种污染物约占总排放量的 80%。

目前,由于我国内地汽车油耗量高,污染控制水平低,已造成汽车污染日益严重。部分大城市交通干道的 NO_x 和 CO 严重超过国家标准,汽车污染已成为主要的空气污染物;一些城市臭氧浓度严重超标,已具有发生光化学烟雾污染的潜在危险。据国家环境保护局《一九九六年环境质量通报》:我国大城市氮氧化物污染逐渐加重。1996 年度污染较严重的城市分别为:广州、北京、上海、鞍山、武汉、郑州、沈阳、兰州、大连、杭州。从总体上看,氮氧化物污染突出表现在人口为 100 万以上的大城市或特大城市。

思考:(1)光化学烟雾是怎样形成的?

(2)城市大气中 NO_x 及碳氢化合物的主要来源是什么？

(3) 汽车燃油的成分是碳氢化合物(C_xH_y), 那么汽车尾气中的 NO_x 及碳氢化合物气体是怎样产生的?

(4)控制城市大气中 NO_x 及碳氢化合物污染应采取哪些措施？

阅读材料 2

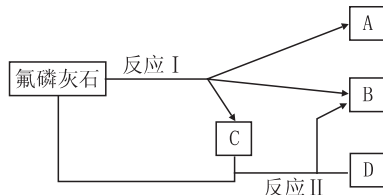
磷的存在

磷在地壳中的质量分数约为 0.1%。由于磷容易氧化,因此自然界中没有游离态的磷存在。磷主要以磷酸盐的形式存在于矿石中,如氟磷灰石 $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}]$ 、氯磷灰石 $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}]$ 、正磷酸钙 $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ 等。

我国的磷矿藏很丰富。著名产地有云南的昆阳、江苏的连云港、湖北的襄阳、四川的峨嵋、贵州的遵义等地。云南的昆阳磷矿蕴藏量占国内第一，也是世界大磷矿之一。这些磷矿是发展我国磷肥工业的有力保证。

磷和氮一样,也是所有生物不可缺少的,对于维持生物体正常生理机能重要的作用。磷在植物中主要含于种子的蛋白质中,在动物体内则含于乳汁、血液、脑髓组织和神经组织中。此外,大量的磷主要以 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 $3\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 化合物的形式存在于脊椎动物的骨骼、牙齿中。磷以磷酸根的形式包含在核酸的成分之中。核酸是生物体内的一种高分子化合物,是很重要的生命活性物质,与生物的生长、发育、遗传和变异有着密切的关系。

思考:工业上常用氟磷灰石 $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}]$ 为原料,按下图所示制取 H_3PO_4 、重过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 和氢氟酸。



试写出两个反应方程式:

反应 I _____。

反应 II _____。

阅读材料 3

磷及其化合物的毒性和急救方法

白磷的毒性很大,其致死量为 60 mg~100 mg。红磷的毒性很小,但因其往往含有 1%左右的白磷,所以也能引起中毒。

有毒的磷的无机化合物主要有磷化氢,它是无色、有恶臭的剧毒气体,当空气中含量达到 $27.8 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ 时,就会使人中毒死亡。此外,三氯化磷、磷的氧化物和偏磷酸都有毒性。

磷的中毒途径是:磷的粉尘、蒸气和烟雾通过呼吸道使人中毒。磷和磷的化合物也可通过消化道或经皮肤吸收而使人中毒。

磷急性中毒主要损伤肠胃和肝脏。磷中毒的一般症状是：口腔有蒜味，呼吸有蒜臭，口腔和咽喉有烧灼感，恶心及呕吐——吐出物在暗处能发光，腹痛，脉搏慢而弱，昏倒以至虚脱。

急救的方法是:用质量分数为 0.5% 硫酸铜溶液多次洗胃(每次可用 200 mL~500 mL),使磷转变为不溶性的黑色磷化铜,直至洗出液无磷臭时为止。以后再用质量分数为 3% 的 H_2O_2 或高锰酸钾溶液(1 g KMnO_4 溶于 2 L 水)继续洗胃,使磷氧化成磷酸而失去毒性。

思考:误食白磷可用 CuSO_4 溶液解毒,已知 1.1 mol 白磷分子与 1.5 mol CuSO_4 恰好完全反应生成 0.6 mol H_3PO_4 ,还有 H_2SO_4 和 Cu_xP_y 生成,试写出并配平该反应的化学方程式



第二节 氨 铵盐

问题探索

1. 做氨的喷泉实验时:

①收集 NH_3 的烧瓶为什么必须干燥?

②从胶头滴管里挤出的少量水有何作用?

③在烧杯中滴入几滴酚酞有何作用?

④若不能形成喷泉或喷出的水不能充满烧瓶,主要原因有哪些?

⑤能否用 CO_2 气体设计一个喷泉实验?应如何设计?

2. 下列几组试剂能否用于实验室制 NH_3 ? 如能则其发生装置应如何?

① NH_4NO_3 固体与 NaOH 固体

②浓氨水与 CaO

③浓氨水

④氯化铵溶液与 CaO

导学诱思

一、氨

1. 氨的制法

实验室常用铵盐跟碱混合加热制取氨。

化学方程式 实验装置和实验室制 相似,收集用。

2. 氨的结构和性质:

氨是 色,有 气味的气体,比空气 ,氨分子的空间构型是 。氨 溶于水。氨的化学性质可概括为“二性”。

①碱性:与水、酸反应时显碱性

②还原性

氨氧化,方程式为 。

二、液氨和氨水

液氨是氨气加压或降温得到的液态氨,是纯净物,即液氨由氨分子组成液体。

氨气极易溶于水,在 NH_3 分子溶于水的过程中,发生着如下的反应:



氨水的主要成分是 。在氨水中以分子状态存在的粒子有: ;以离子状态存在的粒子有: ,极少量的是 。

所以氨水是混合物。

三、铵盐“三解”

1. 铵盐的溶解 铵盐都易溶于水

2. 铵盐的热解



③特殊反应并发生氧化还原反应:如 NH_4NO_3

3. 铵盐的碱解

任何铵盐遇碱共热都产生 _____,这既是实验室制 _____ 的方法,也可用于 _____ 的检验: _____。

热点透视

1. 本节重点

(1)氨分子的结构与化学性质

(2)氨气的实验室制法

2. 本节考点

(1)氨的分子结构及对性质的决定作用

(2)氨的物理性质(特别是溶解性)

(3)氨与 H_2O 、 HCl 的反应

(4)氨在纯氧中燃烧及催化氧化

(5)氨的弱还原性

(6)氨的制法、收集、检验、干燥

(7)氨水的化学性质(弱碱性)

(8)铵盐的性质、用途

(9) NH_4^+ 的检验

典例剖析

[例1]氯化铵和氯化钠可用下列哪一种方法分离 ()

A. 加入氢氧化钠

B. 加入 AgNO_3 溶液

C. 加热法

D. 加入一种合适的酸

E. 加入水

解析:物质的分离不同于鉴别,鉴别是采取一定的方法,能将两种或几种物质分辨出来就可。而分离是将几种成分采取一定的措施分离成各单一的成分。

分离可根据物理性质用物理分法进行分离,比如根据各组分的溶解性不同,用过滤的方法分离;根据各组分的沸点不同,用蒸馏的方法分离;根据各组分在同一溶剂中的溶解度不同用结晶的方法分离。也可根据各组分的化学性质不同,加入某些试剂,采取一定方法进行分离。

根据以上分析,题目所给 NaCl 和 NH_4Cl 只能用化学方法分离,因为两种物质中都含 Cl^- ,所以加 AgNO_3 或加酸都起不到分离的作用,加入 NaOH ,只能鉴别 NH_4Cl 和 NaCl ,而达不到分离的目的。两种物质又均易溶于水,因此加入水也无法分离。那么方法只有一种,利用铵盐的不稳定,及 NH_3 的化学性质,所以选用加热法。

答案:C

[例2]要制取 H_2 、 O_2 、 Cl_2 、 HCl 、 NH_3 、 H_2S ,从下列各物质中,分别选出必要的物质,将序号填在括号内。

①硫化亚铁 ②浓硫酸 ③浓盐酸 ④二氧化锰 ⑤硝酸钠
⑥铜片 ⑦氯化铵 ⑧锌 ⑨浓硝酸 ⑩氢氧化钙 ⑪稀硫酸
⑫食盐晶体 ⑬氯酸钾 ⑭稀硝酸 ⑮高锰酸钾

制 H_2 (),制 O_2 (),制 Cl_2 ()

制 HCl (),制 NH_3 (),制 H_2S ()

上述气体中最不适用于排水法收集的是();最不适用于用浓硫酸干燥的是();最适于用向上排气取气法收集的是()。

解析:如果我们能熟记各种气体的性质,有利于我们对所制取气体的药品的选择。比如 NH_3 极易溶于水,所以要选择固态物质来制取; H_2S 有还原性,所以它不能用氧化性很强的物质如浓硫酸、浓或稀硝酸来制取,而 H_2S 又是一种弱酸,所以要选择强酸来制取; Cl_2 有氧化性所以只好用氧化其阴离子的方法来制取,因此要选择含 Cl^- 的物质和具有氧化性的物质来制取。根据这样一些原则,某种气体往往不只是一种制法,我们只要求掌握课本上用过的方法就可以了。

掌握气体的收集和干燥方法,关键也在识记好气体的物理、化学性质。易溶于水的气体,不能用排水集气法收集,比如 NH_3 、 HCl 、 H_2S ,比空气轻的气体只能用向下排气集气法收集,比如 H_2 、 NH_3 。具有还原性的气体不能用具有氧化性的物质来干燥,具有碱性的气体不能用具有酸性的物质来干燥。

答案:制 H_2 (⑧与⑪或⑧与③),制 O_2 (④与⑬或⑮),制 Cl_2 (③与④),制 HCl (②与⑫),制 NH_3 (⑦与⑩),制 H_2S (①与③)。

不适用于排水取气法收集的是(HCl 、 NH_3);最不适用于用浓硫酸干燥的是(H_2S 、 NH_3);最适于用向上排气取气法收集的是(Cl_2 、 HCl 、 H_2S 、 NO_2)。

点评:气体的制备是中学化学实验的重要组成。通过设置该例题,使学生熟悉常见气体的制备原理,收集方法,以及干燥剂的选用等重要知识和方法。

[例3]密度为 $0.91\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的氨水,质量分数为 25%,设氨水用等体积的水稀释后,所得溶液的溶质的质量分数为 ()

- A. 等于 12.5% B. 大于 12.5%
C. 小于 12.5% D. 无法确定

解析:本题考查氨水稀释后溶质质量分数的计算规律和抽象问题具体化的计算方法以及将化学问题抽象为数学问题(利用不等式关系)的思维能力。取 1 体积氨水用 1 体积水稀释,

稀释后溶质的质量分数为:

$$\frac{1 \times 0.91\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} \times 25\%}{1 \times 0.91\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} + 1 \times 1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}}$$

$\times 100\% = \frac{0.91}{0.91+1} \times 25\% < \frac{0.91}{0.91+0.91} = \frac{1}{2} \times 25\% = 12.5\%$

上式将水的密度 $1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 换为氨水的密度 $0.91\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,得出不等关系式,无需运算便可得出结论。

答案:C

素能培养

一、选择题

►1. 下列气体易液化,遇挥发性酸时冒白烟,而且适宜作致冷

剂的是 ()

- A. N_2 B. NH_3 C. NO D. NO_2

►2. 氨气可以做喷泉实验,这是利用氨气 ()

- A. 很易液化 B. 比空气轻
C. 极易溶于水 D. 能跟水起反应

►3. 对于氨水组成的叙述正确的是 ()

- A. 只含有氨分子和水分子
B. 只含有一水合氨分子和水分子
C. 只含有氨分子、水分子和一水合氨分子
D. 含有氨分子、水分子、一水合氨分子、铵根离子和氢氧根离子

►4. 氨水显弱碱性的主要原因是 ()

- A. 通常状况下,氨的溶解度不大
B. 氨水中的 $NH_3 \cdot H_2O$ 电离出少量 OH^-
C. 溶于水的氨分子只有少量电离
D. 氨本身的碱性弱

►5. 可用于干燥氨气的物质是 ()

- A. 浓硫酸 B. 五氧化二磷
C. 无水硫酸铜 D. 生石灰

►6. 150°C 碳酸铵完全分解生成的气态混合物,其密度是相同条件下氢气密度的倍数为 ()

- A. 12 B. 9.75 C. 1 D. 4

►7. 在 $8NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow 6NH_4Cl + N_2$ 反应中,若有 2 mol N_2 生成,发生氧化反应的物质的量是 ()

- A. 16 mol NH_3 B. 8 mol NH_3
C. 4 mol NH_3 D. 3 mol NH_3

►8. 加入氢氧化钡溶液共热,有气体放出又有不溶于稀硝酸的白色沉淀生成的是 ()

- A. KNO_3 溶液 B. NH_4NO_3 溶液
C. $(NH_4)_2SO_4$ 溶液 D. Na_2SO_4 溶液

►9. 下列物质含氮量最高的是 ()

- A. 硫铵 B. 碳铵 C. 硝铵 D. 尿素

►10. 在 1 L $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氨水中 ()

- A. 含有 1 mol NH_3 分子
B. 含 NH_3 和 NH_4^+ 之和为 1 mol
C. 含 $NH_3 \cdot H_2O$ 1 mol
D. 含 NH_3 、 $NH_3 \cdot H_2O$ 、 NH_4^+ 之和为 1 mol

►11. 都能用喷泉实验装置且烧杯溶液用 $NaOH$ 溶液代替,进行喷泉实验的气体是 ()

- A. HCl 和 CO_2 B. NH_3 和 CH_4
C. SO_2 和 CO D. SO_2 和 NO_2

►12. 在同温同压下,相同体积的烧瓶分别充满氨气和 HCl 气体,做喷泉实验后,水都充满烧瓶,烧瓶中所得溶液的物质的量浓度之比是 ()

- A. 1:0.45 B. 1:1 C. 1:0.29 D. 4.5:2.9

►13. 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 $6NO_2 + 8NH_3 \longrightarrow 7N_2 + 12H_2O$ 。已知参加反应的 NO_2 比 NH_3 少 2 mL(气体体积均在相同状况下测定),则原混合气体中 NO_2 和 NH_3 的物质的量之比是 ()

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

二、填空题

- 14. 实验室里检验一瓶无色气体是氨气,常用的两种化学方法是:①_____;②_____。
- 15. 实验室制取氨气通常用的药品是_____,反应的化学方程式为_____;收集氨气的试管口处放一团棉花的作用是_____;要制得干燥的氨气时,应使氨气通过_____。
- 16. 使用铵盐做氮肥时,施用过程中应如何操作?
- 17. 设计一个实验只用一种试剂鉴别 NaHCO_3 、 NH_4Cl 、 NaCl 、 NH_4HCO_3 四种无色溶液,简述操作步骤及现象。
- 18. A、B 两种气体组成的混合气体(相对分子质量 A 大于 B),只含氮氢两种元素。不论 A、B 以何种比例混合,混合气体中氮氢两种元素的质量比始终大于 14:3,则 A 为_____,B 为_____ (填化学式)。若混合气体中氮氢两元素的质量之比为 14:1,则混合物中 A、B 的物质的量之比为_____。
- 19. 常温下新制的饱和氨水中所含分子和离子为_____。

三、实验题

- 20. 实验室常用饱和 NH_4Cl 溶液跟饱和 NaNO_2 溶液反应制取氮气,其反应为: $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$,再用制得的氮气跟氢气化合制取氨气。实验装置如图 1—1 所示。

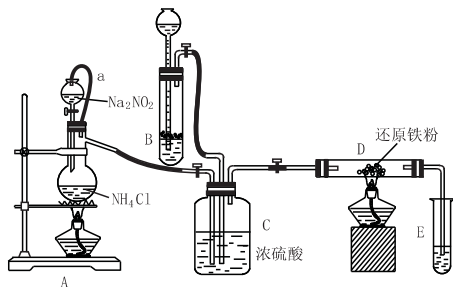


图 1—1

请回答:

- (1) 装置 A 中导管 a 所起的作用是_____ (用序号回答)。
①防止 NaNO_2 饱和溶液蒸发,②使分液漏斗中溶液能顺利滴下,③使实验装置不漏气。
- (2) 装置 C 的作用是_____。
- (3) 在实验开始前,首先必须进行的操作步骤是_____。
- (4) 点燃装置 D 的酒精灯之前,必须进行的操作步骤是_____。
- (5) 从装置 D 中导出的气体成分是_____,检验反应产物的化学方法是_____。

阅读思考

阅读材料 1

氨 水

氨水是无色液体,工业和农业用的氨水,常因含有铁离子等杂质而显浅黄色。氨水有强烈刺激性气味,对眼睛粘膜有强烈的刺激性,对伤口有腐蚀性。

氨水的密度小于纯水的密度,最浓的氨水中 NH_3 的质量分数为 35.28%,密度为 $0.88 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。农业用氨水的质量分数一般为 20%,折合含氮的质量分数为 15%~17%。氨水是速效肥,施入土壤后很快被农作物吸收,不会残留有害物质,也不会影响土壤的结构和性质。氨水可以作为追肥和基肥,要深施,不能直接施在作物的茎、叶上,以防烧伤作物。氨水易分解,挥发性很大,在运输、贮存和施用等环节中都要注意防止氨的挥发,以减少肥分损失。氨水对多种金属有腐蚀作用,运输、贮存容器常用橡皮袋、塑料桶、陶瓷罐或涂沥青的铁桶等。

氨水在医疗上用于治疗昏厥和外用消毒等,也是家庭中常用的清洁剂。

思考:(1)质量分数为 35% 的氨水,与等体积的水混合后所得溶液的质量分数为 ()

- A. 17.5% B. 大于 17.5%
C. 小于 17.5% D. 无法确定

(2)根据氨水的性质,在农作物施用氨水作氮肥时应如何施用?

阅读材料 2

据报道,美国科学家卡尔·克里斯特于 1998 年 11 月合成了一种名为“ N_5 ”的物质,由于其极强的爆炸性,又称为“盐粒炸弹”。迄今为止,人们对它的结构尚不清楚,只知道“ N_5 ”实际上是带正电荷的分子碎片,其结构是对称的,5 个 N 排列成 V 形。如果 5 个 N 结合后都达到 8 电子结构,且含有 2 个 $\text{N} \equiv \text{N}$ 叁键,则“ N_5 ”分子碎片所带电荷是_____,写出它的电子式_____。

阅读材料 3

如图 1—2 所示,H 是一种汽车安全气囊,内部贮有化学物质。当汽车高速前进,受到撞击时,化学物质会在瞬间爆发生成大量气体,充满气囊,填补在乘员与车前挡风玻璃、仪表板、方向盘之间,防止乘员受伤。

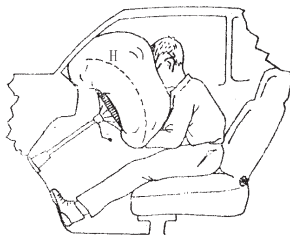


图 1—2

思考:(1)某种气囊内贮有硝酸铵(NH_4NO_3),它受猛烈冲击后能迅速分解,产生大量一氧化二氮气体,试写出其化学方程式。



阅读材料 4

雷鸣电闪是日常生活中司空见惯的现象。设某次雷电中,两块云团间的电势差约为 10^9 V , 放电电量约为 15 C 。在闪电过程中,空气中氮气和氧气直接化合,已知每摩尔氧气和氮化合时要吸收 180.74 kJ 的能量,闪电时有 $1/1000$ 的能量用于这一反应。

思考:(1)此次闪电所产生的 NO 的物质的量有多大?

(3)若某次事故中汽车的速度是 $35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 乘员冲向气囊后经 0.2 s 停止运动。人体冲向气囊的质量为 40 kg , 头部和胸部作用在气囊上的面积约为 700 cm^2 。估算一下, 在这种情况下, 人的头部和胸部受到的平均压强为多大? 相当于多少个大气压?

(2)此次雷雨闪电的生成物相当于给土壤施了多少尿素化肥？



第三节 硝 酸

问题探索

1. 为什么实验室里存放不当的硝酸会发黄？
2. 浓硝酸具有漂白性，它的漂白原理与氯气和二氧化硫的漂白原理是否相同？
3. 最近的报纸上常有报道：有人购买了黄铜仿制的“纯金项链”“纯金手镯”等假冒黄金制品，你能根据所学知识来识别真假“黄金”吗？
4. 铜与硝酸反应产生的气体容易对环境产生污染，除了在试管口罩上一透明塑料袋以外，你还能设计出其他方法，防止产生的气体污染空气吗？

导学诱思

一、硝酸的“三大性质”

1. 酸性：硝酸具有酸的通性

- ①使指示剂变色：例如：_____
- ②与碱反应：如_____；
- ③与碱性氧化物反应：如_____
- ④与弱酸盐反应：如_____
- ⑤与金属反应：由于硝酸具有强氧化性，因此，与酸反应时一般不产生 H_2 。

2. 不稳定性：硝酸见光或受热易分解。



硝酸越浓，越容易分解。

3. 氧化性

硝酸具有强的氧化性，是因为硝酸分子里氮呈+5价。

(1)与金属反应： HNO_3 几乎能与所有的金属（除金、铂外）发生氧化还原反应。



(2)与非金属反应：硝酸能与许多非金属及某些有机物发生氧化还原反应：



二、王水

浓 HNO_3 和浓盐酸的混合物（体积比 _____）叫王水，它

的氧化能力比硝酸 _____，能够使一些不溶于硝酸的金属如金、铂等溶解。

思考：

1. 硝酸可以氧化金属，为什么常温下可以用铝槽或铁罐运输浓硝酸？

2. 铜与浓 HNO_3 反应时，放出 NO_2 气体，与稀 HNO_3 反应时，放出 NO 气体。能否由此说明稀 HNO_3 比浓 HNO_3 的氧化能力更强？

热点透视

1. 氧化性酸和酸的氧化性概念辨析

酸的氧化性：实质上指氢离子的氧化性，任何酸都有不同程度电离出 H^+ 的能力， H^+ 在一定条件下获得电子生成 H_2 。因此在某些反应中酸作氧化剂实质上是 H^+ 作氧化剂如：锌与盐酸或稀 H_2SO_4 的反应，都可以用 $Zn + 2H^+ \xrightarrow{\hspace{1cm}} Zn^{2+} + H_2 \uparrow$ 离子方程式表示此类反应的实质。

氧化性酸：是酸根离子中心原子获得电子的能力，酸根离子获得电子后，中心原子化合价降低，形成相应的低价含氧化合物甚至是单质。如浓 H_2SO_4 与 Cu 反应： $Cu + 2H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$ ，浓 H_2SO_4 与木炭反应： $C + 2H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$ ，硝酸与锌反应： $4Zn + 10HNO_3(\text{稀}) \xrightarrow{\hspace{1cm}} 4Zn(NO_3)_2 + N_2O \uparrow + 5H_2O$ ， $5Zn + 12HNO_3(\text{很稀}) \xrightarrow{\hspace{1cm}} 5Zn(NO_3)_2 + N_2 \uparrow + 6H_2O$ ，浓 HNO_3 与木炭、单质硫、磷的反应等等。

作为氧化性酸，不仅能氧化金属而且还能氧化某些非金属单质。而酸的氧化性即 H^+ 的氧化能力较弱，只能氧化较活泼的金属（即金属活动顺序表中氢前金属）

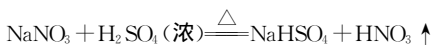
2. 硝酸与金属反应的定量计算及产物的推断

硝酸与金属反应时：(1)金属的还原能力不同，硝酸被还原的价态不同；(2)同种金属与不同浓度的硝酸反应时，硝酸越稀，被还原的价态越低；(3)有些反应起始时硝酸浓度较大，被还原放出 NO_2 气体，随着反应的进行，硝酸的浓度逐渐减小，渐渐地放出 NO 气体。因此，有些金属与硝酸的反应过程中，硝酸被还原的产物可能不止一种。

3. 实验室中制取 HNO_3

实验室制 HNO_3 的原理：利用高沸点难挥发性酸制取低沸点易挥发性酸：

实验室制 HNO_3 的化学方程式：



实验室制 HNO_3 的注意事项：

(1)由于 HNO_3 具有强氧化性，对橡胶制品有强的腐蚀性，

所以制 HNO_3 的装置常采用曲颈甑全玻璃仪器装置,避免使用胶管、胶塞连接装置。

(2)由于 HNO_3 的不稳定性,受热易分解,所以,该反应在加热时,应控制反应温度不宜过高。

(3)由于反应温度不会达到 500°C 以上的高温,所以反应产物不是 Na_2SO_4 ,只能生成 NaHSO_4 。

典例剖析

[例1]下列反应中硝酸既能表现出酸性又表现出氧化性的是()

- A. 使石蕊试液变红
- B. 与铜反应放出 NO 气体生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- C. 与 Na_2CO_3 反应放出 CO_2 气体生成 NaNO_3
- D. 与 S 单质混合共热时生成 H_2SO_4 和 NO_2

解析:在上述反应 A、C 中 HNO_3 使指示剂变色,与弱酸盐反应均表现出酸性。在 B、D 中 HNO_3 中氮元素的化合价均降低表现出氧化性,并且在 B 项中又有 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和水生成,说明此反应中 HNO_3 还表现出酸性。

答案:B

[例2] 38.4 mg Cu 与适量的浓 HNO_3 反应,铜全部作用后,共收集到 22.4 mL 气体(标准状况下),反应消耗的 HNO_3 其物质的量可能是 ()

- A. $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- B. $1.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- C. $2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- D. $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol}$

解析:本题主要考查 HNO_3 与金属反应时 HNO_3 所起的作用及灵活应用化学方程式的计算能力。由于 HNO_3 适量,随着与 Cu 的反应,浓度会逐渐降低,因此该过程中实际上发生了两个反应: $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,反应中消耗的 HNO_3 包括两部分:起氧化剂作用和显示酸性,前者被还原成 NO_2 、 NO 气体,后者以 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的形式存在。因此可以看作:

$\text{HNO}_3(\text{氧化剂}) \sim \text{NO}_2(\text{或 NO})$

$$1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \frac{22.4 \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$\text{Cu} + 2\text{HNO}_3(\text{酸}) \sim \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

$$\frac{38.4 \times 10^{-3} \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.6 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad 1.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

所以消耗 HNO_3 共 $2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$

答案:C

[例3]某金属单质跟一定浓度的硝酸反应,假定只有单一的还原产物。当参加反应的金属与被还原的 HNO_3 的物质的量之比为 2:1 时,还原产物是 ()

- A. NO_2
- B. NO
- C. N_2O
- D. N_2

解析:本题主要考查 HNO_3 的氧化性和运用数学工具解决化学问题的能力。由于金属未知, HNO_3 浓度范围未知,此题的突破口应在“还原产物单一”“单质与被还原的 HNO_3 的物质的量之比为 2:1”上,应用氧化还原反应电子转移守恒。设金属的化合价为 $+n$, HNO_3 的还原产物中的化合价为 x ,则 $2 \times (n-0) = 1 \times (5-x)$ 即 $x = 5-2n$ 。讨论:

- ①当 $n=1$ 时, $x=3$,为 N_2O_3 ,未在选项中出现。
- ②当 $n=2$ 时, $x=1$,为 N_2O ,选项 C 符合题意。

③当 $n=3$ 时, $x=-1$,无此价态氮的化合物。

由于金属阳离子一般不出现 $+4$ 价或以上的价态,故不再讨论。
答案:C

点评:金属与 HNO_3 反应的定量计算及产物的确定是本节难点,故应在学习过程中加以训练和强化,同学们可以通过例 2 和例 3,掌握解决此类问题的一般方法。

素能培养

一、选择题

- 1. 常温下能在浓 HNO_3 中溶解的金属是…………… ()
A. Al B. Ag C. Fe D. Pt
- 2. 浓 HNO_3 常呈黄色的原因…………… ()
A. 浓 HNO_3 中混有 AgI
B. 浓 HNO_3 中混有 Fe^{3+}
C. 浓 HNO_3 易分解产生 NO_2
D. 浓 HNO_3 易氧化单质硫
- 3. 铜跟 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硝酸反应,若 $c(\text{NO}_3^-)$ 下降 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $c(\text{H}^+)$ 下降…………… ()
A. $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 4. 把 70% HNO_3 (密度为 $1.40 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) 加到等体积的水中,稀释后硝酸溶液中溶质的质量分数是…………… ()
A. 0.35 B. <0.35 C. >0.35 D. ≤ 0.35
- 5. 锌与某浓度的 HNO_3 完全反应,消耗的 Zn 与 HNO_3 的物质的量之比为 5:12,则还原产物中氮元素的价态可能为…………… ()
A. $+4$ B. $+2$ C. $+1$ D. 0

►6. 图 1—3 装置可用于……………

- …………… ()
- A. 加热 NaHCO_3 制 CO_2
- B. 用 Cu 与稀 HNO_3 反应制 NO
- C. 用 NH_4Cl 与浓 NaOH 溶液反应制 NH_3
- D. 用 NaCl 与浓 H_2SO_4 反应制 HCl

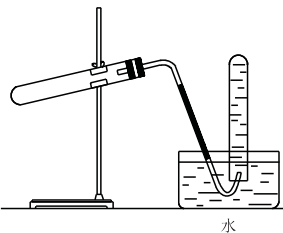


图 1—3

- 7. 某无色混合气体,依次通过浓硫酸和过氧化钠,气体体积不断减小,颜色变深,则该混合气体组成是…………… ()
A. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 NO 、 N_2 B. NO_2 、 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
C. O_2 、 HCl 、 CO D. NH_3 、 NO 、 CO_2
- 8. 已知反应 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平),被氧化的 N 原子与被还原的 N 原子的物质的量之比是 ()
A. 3:5 B. 5:3 C. 2:5 D. 1:2
- 9. 某金属的硝酸盐受热分解成 NO_2 和 O_2 的物质的量之比是 8:1,则金属元素的化合价比反应前…………… ()
A. 升高了 B. 不变
C. 降低了 D. 无法确定
- 10. Cu 粉放入稀 H_2SO_4 中,加热后无现象,当加入一种盐后, Cu 粉质量减少,溶液变蓝,同时有气体产生,此盐应是…………… ()

A. KCl B. K_2SO_4 C. KNO_3 D. K_2CO_3

二、填空题

- 11. 在两支试管中分别注入浓、稀 HNO_3 各 2 mL, 再分别滴入 4 滴紫色石蕊试液, 都显红色, 微热后, 两试管中有何变化?
- 12. 工业上拟用铜和硝酸来制备 $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$, 下面是三个同学提出的生产方案:
- 甲方案: 铜 + 浓 HNO_3 — 蒸发结晶
- 乙方案: 铜 + 稀 HNO_3 — 蒸发结晶
- 丙方案: 铜 $\xrightarrow{\text{空气加热}}$ 氧化铜 $\xrightarrow{\text{硝酸}}$ 蒸发结晶
- 你认为 _____ 方案最好, 理由 _____。

三、计算题

- 13. 将一定量的 Cu 与浓 HNO_3 反应, 产生的气体用排水法收集到 a L (标准状况), 则求被还原的 HNO_3 的物质的量是多少?
- 14. 某化肥厂用 NH_3 制备 NH_4NO_3 。已知: 由 NH_3 制 NO 的产率是 96%, NO 制 HNO_3 的产率是 92%, HNO_3 跟 NH_3 反应生成 NH_4NO_3 。则制 HNO_3 所用去的 NH_3 的质量占总耗 NH_3 的质量 (不考虑生产上的其他损耗) 的 _____ %。

阅读思考

阅读材料 1

中国古代科学技术“四大发明”之一——火药

我国的“四大发明”对我国和世界的经济和科学文化的发展起了巨大的作用。

我国隋末唐初有个医学家孙思邈, 在他所著的《丹经内伏硫磺法》一书中, 写了使硫磺伏火的方法: 取用硝石、硫磺各二两研细, 再加上三个炭化皂角子, 这样就能烧起焰火。这大概就是我国最早配制火药的方子了。许多事实都证明, 在唐朝 (公元 618 年 ~ 907 年), 我们的祖先已发明火药了。

火药常用于采矿、水利工程、修筑铁路、公路, 也用于农田基本建设及军事工业, 还用来制造我们日常生活中喜闻乐见的焰火和鞭炮。

火药在军事上的应用最初是在宋初。冯义升、岳义方等人用火药制成了火药箭, 并加上引线, 点燃引线后, 用弓射向敌阵, 以燃烧攻击敌方, 这属小型的火药武器。大型的火药武器当时叫火炮, 是将火药包做成便于发射的形状, 点燃引线后, 由抛射机抛向敌方, 其威力比火药箭强。

火药用做武器, 最早的确切记载见于宋初曾公亮等编写的一本军事书《武经总要》(公元 1044 年), 不仅写了火药箭的制法, 还记下了当时的三种火药配方。

北宋末年, 人们创造了“霹雳炮”。公元 1126 年, 金兵进攻开封时, 李刚就下令用霹雳炮击退金兵。随后又出现铁火炮。到元代已出现用铜和铁铸的筒式大炮, 当时是威力最大的火药

武器, 被尊称为“铜将军”。现保存在历史博物馆的最早的“铜将军”是公元 1332 年造的, 它是已发现的世界上最古老的铜炮。

早在唐朝, 我国与阿拉伯、波斯等国家通过海上贸易, 往来频繁, 硝石随同医药及炼丹术由我国传到外国。当时, 埃及人把硝石叫做“中国雪”, 波斯人把硝石称为“中国盐”, 但他们仅知道用硝石来炼丹、治病和做玻璃。直至公元 1225 年 ~ 1248 年, 我国的火药才由商人传入阿拉伯国家。欧洲人在 13 世纪后期通过翻译阿拉伯人的书籍才知道了火药。随后, 火药武器也经阿拉伯国家而传入欧洲。

思考: (1) 你是怎样理解“中国‘四大发明’”对我国和世界经济与科学文化的发展起了巨大作用的?

(2) 黑火药中使用 KNO_3 而不使用 $NaNO_3$ 的原因是 ()

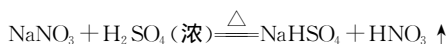
- A. KNO_3 比较易获得
- B. KNO_3 爆炸力强
- C. KNO_3 不吸水而 $NaNO_3$ 易受潮

阅读材料 2

硝酸工业制法的发展

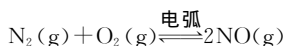
硝酸的工业制法有三种。

第一种是早在 17 世纪就使用的硝石法。它是利用钠硝石跟浓硫酸共热而得硝酸。



由于硝酸较易挥发, 所以, 反应产生的是硝酸蒸气, 经冷凝后即为液体。反应生成的酸式硫酸盐, 在高温条件下可进一步与钠硝石反应, 生成硫酸正盐和硝酸。但硝酸在高温时会分解, 所以硝石法一般控制在第一步反应。

第二种是电弧法。它是利用电弧使空气中的氮气和氧气直接化合而成 NO。



这是可逆反应, 而且这两种单质互相化合时是吸热的, 因此高温对于 NO 的生成有利。不过, 即使在 3000°C , 平衡混合物中也仅含有 5% 的一氧化氮。

工业上用强大的电源产生的电弧做加热器, 温度可达 4000°C 左右。当空气流迅速通过电弧时, 空气受到强热, 于是就生成少量的一氧化氮。立刻将混合气体冷却到 1200°C 以下, 以后再进一步冷却, 混合气体中的 NO 与 O_2 化合而成 NO_2 , 最后用水吸收而成硝酸。

第三种是氨的催化氧化法。

思考: 通过对比分析, 比较三种方法的优缺点。

阅读材料 3

通过阅读本节“玻尔保护诺贝尔金质奖章”的材料, 思考:

(1) 玻尔溶解金质奖章的行为体现了玻尔的什么精神, 这种情况对你有何启发?

(2) 你知道有哪些华人科学家获得过诺贝尔奖? 他们在各自的学科界做出了什么突出贡献?

第四节 氧化还原反应方程式的配平

问题探索

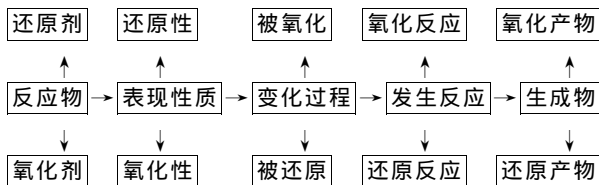
1. 如何判断一个反应是否是氧化还原反应？

2. 氧化还原反应与四种基本反应类型之间有何关系？

3. 高空中打雷时,空气中的氧气可以转化为臭氧: $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{O}_3$ 。该转化是否为氧化还原反应？

导学诱思

一、在氧化还原反应中



1. 氧化反应、还原反应是一对矛盾的对立统一体,二者_____、_____,并存在于整个氧化还原反应过程中。独立的_____反应和_____反应是不存在的。

2. 氧化还原反应的本质是_____(_____) ,表现出的外部特征是_____。

3. 氧化性是指物质具有_____的性质,还原性是指物质具有_____的性质。

4. 在氧化还原反应中,氧化剂_____电子,从而使所含元素的化合价_____,被还原剂_____(发生_____),生成_____;还原剂_____电子,从而使所含元素化合价_____,被氧化剂_____(_____),生成_____。

5. 在一个具体的氧化还原反应中,存在着两种等量关系:一是_____;二是_____。

二、氧化还原反应方程式的配平原则

1. _____守恒:即氧化剂_____电子总数一定_____还原剂_____电子总数。

2. _____守恒:即反应前后各元素的_____相等。

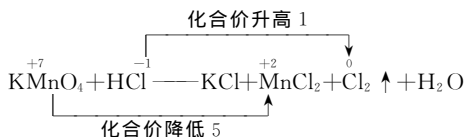
三、配平氧化还原反应方程式的步骤示例:高锰酸钾氧化氯

化氢

1. 写出反应物和生成物的_____,标出发生氧化反应和还原反应的元素的_____。



2. 标出反应前后元素_____



3. 使化合价_____的总数相等



4. 用观察法配平其他物质的化学计量数,配平后将单线改为_____



热点透视

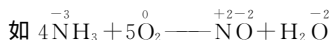
1. 利用化合价升降法配平氧化还原反应方程式应注意以下两点:

① 必须准确地判断出哪是氧化剂、还原剂,哪是氧化产物、还原产物。

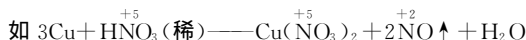
② 必须准确地推算出还原剂元素化合价的升高值和氧化剂元素化合价的降低值,找出最小公倍数,即化合价变化的总值,然后以此确定各物质化学式前面的系数。

2. (1) 配平技巧

① 若氧化剂和还原剂中某元素的化合价全部发生变化,配平要从氧化剂、还原剂着手配起,即从方程式的左端开始配平。



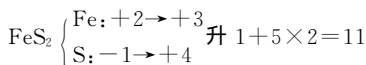
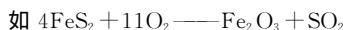
② 若氧化剂(或还原剂)中某元素化合价只有部分发生变化,配平要从还原剂、还原产物(或氧化剂、氧化产物)着手配起,即从方程式的两端进行配平。



③ 对自身氧化还原反应(包括歧化反应和同一物质中不同种元素间的反应)采用逆向配平,即从生成物着手配平。



④ 对同一反应物中有多种元素的化合价同时升高或降低,可将其元素化合价升高或降低的值相加,即将氧化剂或还原剂作为一个整体考虑。



(2) 离子氧化还原反应方程式的配平

离子氧化还原反应方程式的配平可分两步进行。第一步利用化合价升降法或电子得失法配平参加氧化还原反应的离子或分子式前面的系数;第二步利用电荷守恒和原子守恒配平未参加反应的离子或分子式前面的系数。

如 $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{S} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

第一步: $\overset{+7}{\text{MnO}_4^-} \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}^{2+}}$ 失 $5\text{e}^- \cdots \cdots \times 2$

$\overset{-2}{\text{H}_2\text{S}} \rightarrow \overset{0}{\text{S}}$ 得 $2\text{e}^- \cdots \cdots \times 5$

$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{S} + \text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

第二步: 式子的右端带 4 个单位正电荷, 故式子的左端也应带 4 个单位正电荷, 即 H^+ 的系数为 6。

$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{S} + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S} \downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$

3. 氧化还原反应离子方程式的配平必须符合三个要求:

- ① 质量守恒, 即反应前后原子数目及种类相等。
- ② 电子转移数目相等。
- ③ 电荷守恒, 反应前后总电荷数相等且电性相同。



典例剖析

[例1] 已知氧化还原反应式: $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$, 若得到 m 摩尔的 N_2 , 则电子转移数为 _____ 个, 此时氧化产物与还原产物的质量之比为 _____。

解析: 从反应式可知 NaNO_2 中 $\overset{+3}{\text{N}}$ 被还原成零价, NH_4Cl 中 $\overset{-3}{\text{N}}$ 被氧化成零价, 所以很快可以配平, 即: $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 当电子转移数目为 $3m N_A$, 由上述分析知氧化产物与还原产物均为 N_2 , 物质的量之比为 1:1, 故其质量之比为 1:1。

答案: $3m N_A$ 1:1

[例2] 当 Zn 与某浓度的硝酸反应时, 若参加反应的锌与硝酸的物质的量之比为 2:5, 则还原产物可能是 ()

A. N_2O B. NO C. NO_2 D. N_2O_5 E. NH_4NO_3

解析: 因为 $2\text{Zn} \sim 5\text{HNO}_3$, 不妨设用 4 摩尔 Zn 和 10 摩尔硝酸反应, 4 摩尔 Zn 失去电子 $4 \times 2 = 8$ 摩尔, 而 4 摩尔 Zn 要生成 4 摩尔 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, 则消耗硝酸 8 摩尔, 所以发生还原反应的硝酸可能有 1 摩尔或 2 摩尔。若 2 摩尔被还原, 则 HNO_3 中 N

得 $4\text{e}^- \times 2$, 即 $\overset{+5}{\text{N}} \rightarrow \overset{+1}{\text{N}}$, 所以得 N_2O , 故 A 正确。若 1 摩尔 HNO_3 被还原, 则 $\overset{+5}{\text{N}} \rightarrow \overset{-3}{\text{N}}$ 方能得 8 摩尔电子, 故形成 NH_3 , 而剩下 1 摩尔 HNO_3 , 所以产物为 NH_4NO_3 , 因此, E 也正确。

答案: AE



素能培养

一、选择题

► 1. 下列反应中, 不属于氧化还原反应的是 ()

- A. $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$
 B. $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 C. $\text{BrCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{HBrO}$
 D. $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$

► 2. 以下说法正确的是 ()

- A. Cl_2 氧化性比 S 单质氧化性弱
 B. N_2 既有氧化性又有还原性
 C. HCl 的还原性强于 HBr
 D. H^+ 的氧化性强于 Mg^{2+}

► 3. 下列物质与水反应时, H_2O 作为还原剂的是 ()

- A. Na B. NO_2 C. F_2 D. P_2O_5

► 4. 下列转变需加入还原剂的是 ()

- A. $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ B. $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$
 C. $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgO}$ D. $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$

► 5. 下列微粒在化学反应中既能显示氧化性又能显示还原性的是 ()

- A. H^+ B. Cl^- C. Mg D. H_2O_2

► 6. 下列微粒在稀 HNO_3 中能存在的是 ()

- A. Cl^- B. S^{2-} C. CO_3^{2-} D. SO_4^{2-}

► 7. 下列化学方程式中配平正确的是 ()

- A. $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{MnSO}_4 + 3\text{O}_2 \uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
 B. $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 \uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
 C. $8\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 4\text{MnO}_2 \downarrow + 7\text{O}_2 \uparrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$
 D. $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 4\text{O}_2 \uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

► 8. 下列反应中能表示氨既有还原性又有碱性的是 ()

- A. $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$
 B. $2\text{NH}_3 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_3\text{N}_2 + 3\text{H}_2$
 C. $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$
 D. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$

► 9. 已知反应式: ① $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \longrightarrow \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^-$ ② $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ③ $2\text{I}^- + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{Br}^-$

④ $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+$ 下列各组中还原性由强到弱的是 ()

- A. H_2S 、 H_2SO_3 、 I^- 、 Br^- B. I^- 、 Br^- 、 H_2SO_3 、 H_2S
 C. H_2S 、 I^- 、 Br^- 、 H_2SO_3 D. I^- 、 Br^- 、 H_2S 、 H_2SO_3

► 10. 下列微粒能大量共存于强酸性溶液中的是 ()

- A. NO_3^- 、 Na^+ 、 S^{2-} 、 Cl^- B. K^+ 、 Zn^{2+} 、 NO_3^- 、 Cl^-
 C. Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 K^+ 、 Cl^- D. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_3^{2-}

► 11. H_2S 通入四种不同浓度的硝酸溶液中, 发生如下反应:

- ① $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{S} \downarrow + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 ② $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow 4\text{S} \downarrow + \text{NN}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 ③ $\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{S} \downarrow + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 ④ $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow 5\text{S} \downarrow + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

根据上述反应, 硝酸浓度由小到大的顺序应为 ()

- A. ④②①③ B. ③①②④
 C. ②④①③ D. ①④②③

► 12. 已知 ① $2\text{FeCl}_3 + \text{KI} \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ② $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$ ③ $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 +$

$5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 当某溶液中有 Fe^{2+} 、 Cl^- 共存, 若要除去 I^- 而不影响 Fe^{2+} 、 Cl^- , 可选用的最佳试剂是 … ()
A. Cl_2 B. KMnO_4 C. FeCl_3 D. HCl

► 13. 用下列反应制取 O_2 的过程中: ① KClO_3 (MnO_2) 分解 ② Na_2O_2 加水 ③ HgO 分解 ④ H_2O_2 加热 ⑤ KMnO_4 分解, 若制得等质量的 O_2 , 电子转移数目之比依次是 ()

- A. $1:1:1:1:1$ B. $2:1:2:1:2$
C. $3:2:1:2:4$ D. $1:2:1:2:1$

► 14. 在离子方程式: $x\text{R}^{3+} + y\text{H}^+ + \text{O}_2 = m\text{R}^{3+} + n\text{H}_2\text{O}$ 中, 系数 m 的值为 … ()

- A. $2x$ B. 4 C. $\frac{y}{2}$ D. 2

► 15. 铁和过量的稀 HNO_3 反应, 若有 1 摩 HNO_3 被还原, 则被还原的铁的物质的量是 … ()

- A. $\frac{3}{8}$ 摩尔 B. 1 摩尔
C. $\frac{3}{4}$ 摩尔 D. $\frac{1}{4}$ 摩尔

► 16. 关于反应 $\text{H}^- + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_2^- + \text{H}_2$ 的说法中, 正确的是 … ()

- A. H^- 为还原剂
B. NH_3 为还原剂
C. H_2 既是氧化产物又是还原产物
D. 属于非氧化还原反应

► 17. 已知反应 $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 下列有关说法中正确的有 … ()

- A. 得电子的氯原子数是失电子原子数目的 5 倍
B. 被氧化的氯原子数是被还原的氯原子数目的 5 倍
C. Cl_2 既是氧化剂, 又是还原剂
D. 反应中电子转移数为 6 摩尔

► 18. 24 mL 浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液, 恰好与 20 mL 浓度为 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液完全反应, 则元素 Cr 在被还原的产物中的化合价是 … ()

- A. +6 B. +3 C. +2 D. 0

二、写出符合下列情况的化学方程式或离子方程式

► 19. 一种单质氧化另一种单质: _____。

► 20. 一种单质氧化一种阳离子: _____。

► 21. 一种单质氧化一种阴离子: _____。

► 22. 一种单质还原一种阳离子: _____。

► 23. 一种阳离子氧化一种阴离子: _____。

► 24. 同一化合物中的一种元素氧化另一种元素: _____。

► 25. 同一化合物中同一种元素之间发生氧化还原反应: _____。

三、配平下列方程式

► 26. $\square \text{Cu}_2\text{S} + \square \text{HNO}_3 \rightarrow \square \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \square \text{NO} \uparrow + \square \text{H}_2\text{SO}_4 + \square \text{H}_2\text{O}$

► 27. $\square \text{KMnO}_4 + \square \text{H}_2\text{S} + \square \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \square \text{MnSO}_4 + \square \text{S} \downarrow + \square \text{K}_2\text{SO}_4 + \square \text{H}_2\text{O}$

► 28. $\square \text{As}_2\text{S}_3 + \square \text{HNO}_3 + \square \text{H}_2\text{O} \rightarrow \square \text{H}_3\text{AsO}_4 +$

$\square \text{H}_2\text{SO}_4 + \square \text{NO} \uparrow$

► 29. $\square \text{Fe}_3\text{P} + \square \text{HNO}_3(\text{稀}) \rightarrow \square \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \square \text{NO} \uparrow + \square \text{H}_3\text{PO}_4 + \square \text{H}_2\text{O}$

► 30. $\square \text{H}_2\text{SO}_4 + \square \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \square \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \square \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \square \text{K}_2\text{SO}_4 + \square \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \square \text{H}_2\text{O}$

► 31. $\square \text{HClO}_3 + \square \text{P}_4 + \square \text{H}_2\text{O} \rightarrow \square \text{HCl} + \square \text{H}_3\text{PO}_4$

► 32. $\square (\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6 \xrightarrow{\Delta} \square \text{Pt} + \square \text{NH}_4\text{Cl} + \square \text{HCl} \uparrow + \square \text{N}_2 \uparrow$

► 33. $\square \text{KMnO}_4 + \square \text{NaOH} + \square \text{PH}_3 \rightarrow \square \text{K}_2\text{MnO}_4 + \square \text{Na}_2\text{MnO}_4 + \square \text{Na}_3\text{PO}_4 + \square$

► 34. $\square \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \square \text{I}^- + \square \text{H}^+ \rightarrow \square \text{Cr}^{3+} + \square \text{I}_2 + \square \text{H}_2\text{O}$

四、填空题

► 35. 在反应 $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{HBrO}_3 + \text{Br}_2 + 9\text{HF} + \text{O}_2 \uparrow$ 中, 若有 6 摩尔水发生氧化反应, 则 BrF_3 被水还原的物质的量为 _____ 摩尔。

► 36. 在反应 $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 中, 氧化剂与还原剂物质的量之比是 _____。

► 37. 已知反应: $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e}^- = 2\text{SO}_4^{2-}$ 和 $\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^-$, 则氧化 1 摩尔 Mn^{2+} 需 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的物质的量为 _____。

五、计算题

► 38. 在 100 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeCl_2 溶液中通入一定量的氯气, 等反应结束后, 将溶液稀释到 500 mL, 取出 50 mL, 加入足量的 AgNO_3 溶液, 充分反应后, 过滤出沉淀, 并洗涤、烘干、称量, 得 200 g 沉淀, 问:

(1) 原溶液中 Fe^{2+} 是否完全被氧化? 若没完全被氧化, 试求未被氧化的与被氧化的质量之比是多少?

(2) 求通入的 Cl_2 量为多少摩尔?



阅读思考

阅读材料

现代生活中, 人们越来越注意到微量元素的摄入。对人体健康与发育有着至关重要作用的碘元素, 也是一种微量元素, 碘