

吉教社
奥林匹克丛书

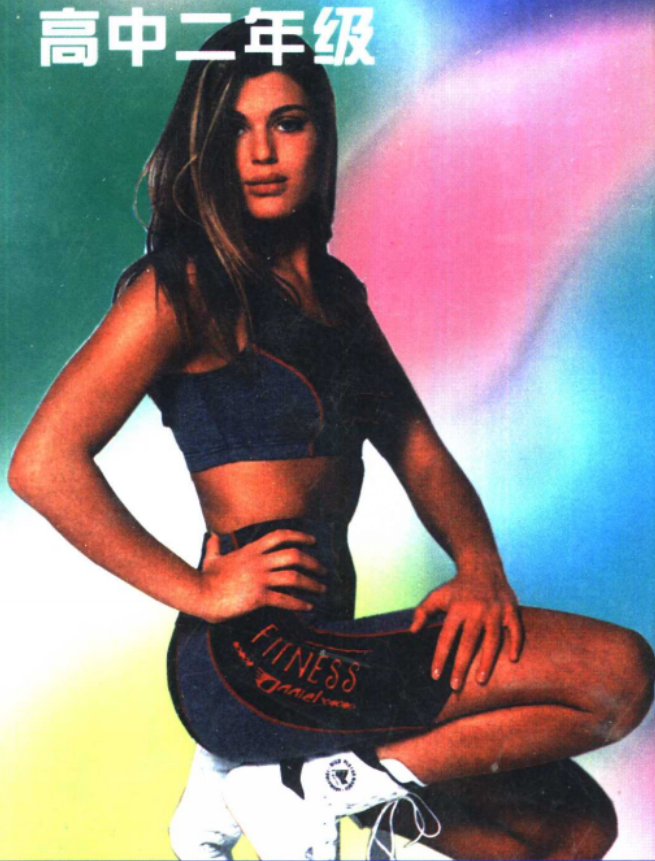
THE OLYMPIC

COMPETITION

化学

高中二年级

奥林匹克



奥林匹克系列丛书

化学奥林匹克

奥林匹克历来以奋发努力、拼搏向上的精神为人们所崇尚。本套丛书正是以弘扬奥林匹克精神为宗旨，严格按照最新《教学大纲》及《考试说明》，集数位多年从事教学工作的老师们的心血，针对中小学生的不同特点所编辑的。

丛书着重教导学习方法，使学生们能够较容易地掌握各学科教科书的关键知识并在此基础上进行扩展训练，从而迅速、有效地提高学生的阅读、写作能力（文科类）及分析、解题能力（理科类）。

致天下之治者在人才，成天下之才者在教化。奥林匹克丛书是一种把过去和现在联系起来的多媒体，它在如林的教辅材料中，博采众家之长，自成完整知识体系，



是望子成龙、望女成凤的家长们的理想选择，是莘莘学子的好帮手。“诗也，书也，文也，无非心

其得也，知之，好之，牙之，当从学而习之。”

本套丛书分为小学版和中学版，是专门为中小学生出版的以快速提高学习水平及应试能力为目的的丛书，是一套不可多得优秀教辅图书。

成功， 来自奥林匹克！

ISBN 7-5383-4308-3



9 787538 343083 >

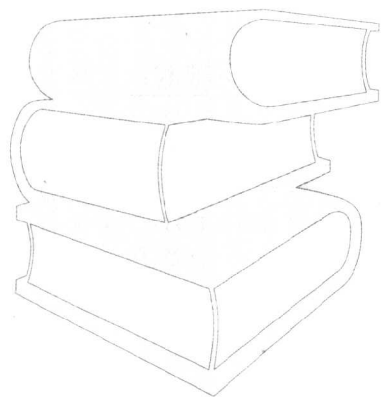
G · 3930 定价: 16.00 元

吉教社
奥林匹克丛书

OLYMPIC COMPETITION

化学奥林匹克

高中二年级



(吉)新登字 02 号

化学奥林匹克 高中二年级

杨惠敏 刘艳玲 主编

责任编辑:王世斌 阎爱群

封面设计:王 康

出版:吉林教育出版社 880×1230毫米 32开本 15印张 426 000字

发行:吉林教育出版社 2002年1月第1版 2002年1月第1次印刷

印数:1—10000册 定价:16.00元

印刷:长春市永昌福利印刷厂

ISBN 7-5383-4308-3/G·3930

丛书主编	阙秀敏	张劲松	张恩伟
主 编	杨惠敏	刘艳玲	
副 主 编	邹志宝	郭飞君	
编 委	赵权忠	郭忠喜	孙静波
	王丽锋	杨吉春	赵丽光
	杜凤华	李宏新	李雅旻
	李 婧	李卫东	邢雪锋
	陈佳辉	姜福强	杨惠敏
	刘艳玲	李叶青	王晓菊
	吴宇杰	孙艳华	张嘉宾
	贺 萍	杨亚庚	黄 静
	王孝男		

前 言

为了扩大广大学生的知识面,增加知识储备,激发学生学习的兴趣,有效地培养科学的思维方法和综合解题能力,我们编写组的全体成员经过一年多的艰苦工作,终于使这套丛书在“春绣人间千里绿肥红壮艳,歌传广宇万家书灿墨浓香”的氛围中和广大的热心读者见面了。

本丛书旨在开启学生的心扉,震撼学生的心灵,挖掘深层信息,架设由已知、经可知、达未知的桥梁,运用发散思维“进行思维与灵魂的对话”,使学生真正体味“纸上得来终觉浅,心中悟出方知深”的真谛。

致天下之治者在人才,成天下之才者在教化。奥林匹克丛书是一种把过去和现在联系起来的多媒体。本丛书在如林的教辅材料中,博采众家之长,自成完整的知识体系。是望子成龙、望女成凤的家长的理想选择,是莘莘学子的好帮手。“诗也,书也,文也,无非心其得也,知之,好之,牙之,当从学而习之”。

寸有所长,尺有所短,由于我们水平有限,书中不足之处在所难免,敬请各位不吝赐教。

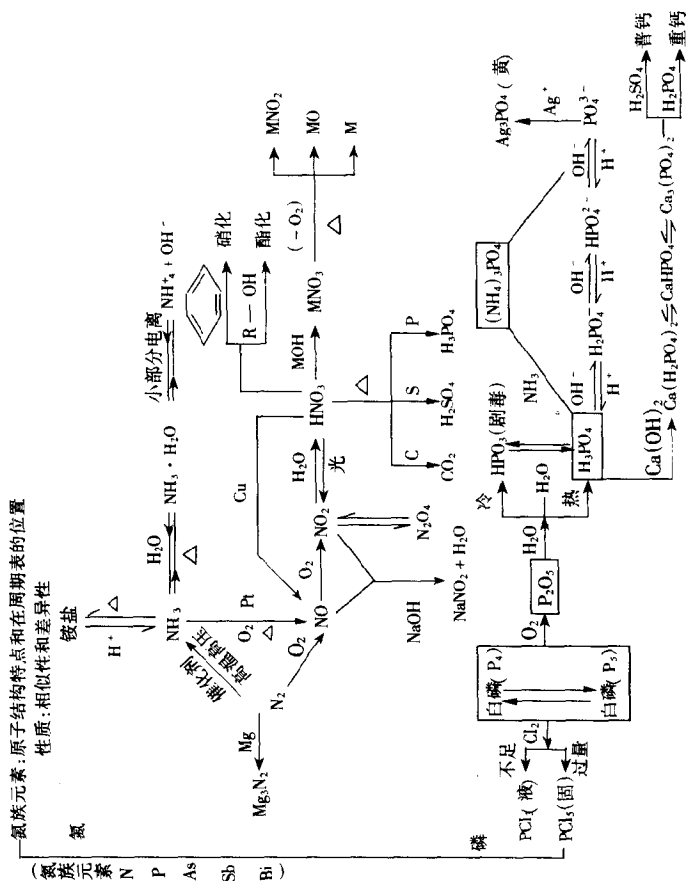
目 录

第一章 氮族元素	(1)
第一节 氮和磷	(2)
第二节 氨 铵盐	(13)
第三节 硝酸	(18)
第四节 氧化还原反应方程式的配平	(23)
第五节 有关化学方程式的计算	(32)
第一章 单元检测题	(37)
第二章 化学平衡	(41)
第一节 化学反应速率	(41)
第二节 化学平衡	(47)
第三节 影响化学平衡的条件	(53)
第四节 合成氨反应适宜条件的选择	(62)
第二章 单元检测题	(68)
第三章 电离平衡	(73)
第一节 电离平衡	(74)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(82)
第三节 盐类水解	(90)
第四节 酸碱中和滴定	(100)
第三章 单元检测题	(108)
第四章 几种重要的金属	(112)
第一节 镁和铝	(114)
第二节 铁和铁的化合物	(140)
第三节 金属的冶炼	(158)
第四节 原电池的原理及应用	(166)

第四章 单元检测题	(174)
第五章 烃	(181)
第一节 甲烷	(185)
第二节 烷烃	(196)
第三节 乙烯 烯烃	(213)
第四节 乙炔 炔烃	(228)
第五节 苯 芳香烃	(246)
第六节 石油 煤	(265)
第五章 单元检测题	(276)
第六章 烃的衍生物	(282)
第一节 溴 乙烷 卤代烃	(284)
第二节 乙醇 醇类	(292)
第三节 有机物分子式和结构式的确定	(313)
第四节 苯酚	(319)
第五节 乙醛 醛类	(334)
第六节 乙酸 羧酸	(354)
第六章 单元检测题	(374)
第七章 糖类 油脂 蛋白质——人类重要的营养物质	(383)
第一节 葡萄糖 蔗糖	(383)
第二节 淀粉 纤维素	(392)
第三节 油脂	(398)
第四节 蛋白质	(402)
第七章 单元检测题	(407)
第八章 合成材料	(411)
第一节 有机高分子化合物简介	(411)
第二节 合成材料	(419)
第三节 新型有机高分子材料	(421)
第八章 单元检测题	(423)

第一章 氮族元素

知识结构



第一节 氮和磷

知识要点

1. 氮族元素相似性

- (1) 原子最外层都有 5 个电子，能获得 3 个电子。
- (2) 最高价氧化物中显 +5 价，化学式为 R_2O_5
- (3) 最高价氧化物所对应的水化物都是酸，通式为 HRO_3 ， H_3RO_4
- (4) 氢化物中，化合物为 -3 价，化学式为 RH_3

2. 氮族元素递变性

- (1) 形成气态氢化物越来越困难，且稳定性逐渐减弱



还原性： $NH_3 < PH_3 < AsH_3 < SbH_3 < BiH_3$

- (2) 原子核外电子层数逐渐增多，原子半径逐渐增大，核对外层电子的吸引能力逐渐减弱，金属性逐渐增强，非金属性逐渐减弱

非金属性： $N > P > As$ 金属性： $Sb < Bi$

- (2) 最高价氧化物的水化物的酸性： $HNO_3 > H_3PO_4 > HAsO_4 > H_3SbO_4$

3. 氮族元素注意点

- (1) 铋、铊为金属，没有负化合价，铋的沸点、熔点均低于铈
- (2) 由于氮原子间键能较大，通常情况下氮气的化学性质比较稳定
- (3) 氮气与氢气能直接化合成气态氢化物，磷和砷的氢化物只能用间接方法制得，而铋和铊则不能生成氢化物
- (4) +5 价氮只能有一种含氧酸 HNO_3
- (5) 磷和砷能形成同素异形体

4. N_2 分子的结构

氮气的分子结构特性： $\ddot{N} :: \ddot{N}$

结构式为 $N \equiv N$ 氮氮三键的键能很大 (946 kJ/mol)，结构很稳定，可做保护气。

5. 化学性质

化学性质只有在高温、放电、高压或有催化剂存在下表现出来。

6. 磷的同素异形体：白磷 (P_4) 和红磷

$4P = P_4$ (红磷在一定条件下可转化为白磷，红磷比白磷稳定)

7. 白磷的结构是正四面体，剧毒，着火点低，保存在水中。红磷无毒，不溶于水，也不溶于二硫化碳。

8. 五氧化二磷

(1) 白色固体，有强烈的吸水性可做干燥剂。

(2) 极易与水化合，反应剧烈，是 H_3PO_4 和 HPO_3 。

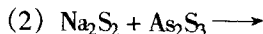
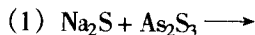
9. 磷的化学性质易跟活泼的非金属反应，比氮气活泼。

10. 磷酸

性质：纯磷酸为无色透明晶体，有吸湿性、难挥发、难分解的非氧化性酸，也是三元酸，中强酸。

典型例题解析

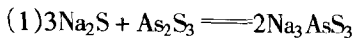
例1 同族元素的单质或化合物在性质上常常是相似的，如 Na_2O 与 Na_2S 、 Na_2O_2 与 Na_2S_2 ，试根据以上信息完成下列化学方程式：



分析
与
解
答

⇒

问题的关键在于将 Na_2S 、 Na_2S_2 与 As_2S_3 的反应类似于 Na_2O 、 Na_2O_2 与 As_2O_3 的反应，而 As_2O_3 属于酸性氧化物，同时要考虑到 Na_2S_2 氧化性，这样问题就可解决。



例2 砷是主族元素，它的原子核外有四个电子层，最外层有 5 个电子，下列关于它的性质推测不可能具有的是 ()

A. 砷通常情况下是固体

- B. 可以有 -3、+3、+5 等多种化合价
C. As_2O_3 对应水化物的酸性比 H_3PO_4 弱
D. 砷的还原性比磷弱

解析

根据砷的电子层数和最外层电子数可确定砷在元素周期表的位置在第 VA 族、第四周期,比磷多一电子层,这样可排除 A, B, C。

答案: D

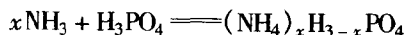
例 3 26.4 克 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 与过量的 NaOH 共热,放出的气体全被含 39.2 克 H_3PO_4 的溶液吸收,则产物为_____,有_____克。

错解

$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, 19.37。该题错在按这样的关系式: $3(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4 \sim 2\text{H}_3\text{PO}_4 \sim 2(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ 进行计算。应注意磷酸是三元酸,它与碱反应可生成三种盐,以与 NaOH 反应为例

若 $n\text{NaOH}/n\text{H}_3\text{PO}_4 = \begin{cases} \leq 1 & \text{产物为 } \text{NaH}_2\text{PO}_4 \\ 1-2 & \text{产物为 } \text{NaH}_2\text{PO}_4 \text{ 和 } \text{Na}_2\text{HPO}_4 \\ = 2 & \text{产物为 } \text{Na}_2\text{HPO}_4 \\ 2-3 & \text{产物为 } \text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{ 和 } \text{Na}_3\text{PO}_4 \\ \geq 3 & \text{产物为 } \text{Na}_3\text{PO}_4 \end{cases}$

则由 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 \uparrow$, NH_3 为 0.4 摩,设生成物为 $(\text{NH}_4)_x\text{H}_{3-x}\text{PO}_4$,其反应式为



x 摩 1 摩 1

0.4 摩 0.4 摩 0.4

解得 $x = 1$, 产物为 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 质量为 49.9 克。

例 4 在 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的溶液中，加入或通入某一物质后，其溶液的导电情况如图 1—1，则加入或通入的物质是 ()

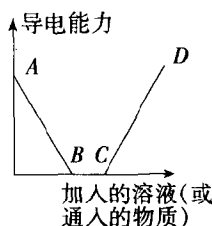


图 1—1

- A. 不断滴加磷酸溶液
- B. 不断通入 HCl 气体
- C. 不断通入 CO_2 气体
- D. 不断加入稀 HNO_3

解析



从图像可分析出，导电曲线分三段。AB 段为导电能力减弱段，BC 段溶液不导电，CD 段溶液导电性逐渐增强，溶液的导电能力与溶液中可自由移动的离子的数目有联系，离子的数目或浓度大则导电性就强，反之就弱。故在 AB 段，加入或通入的物质与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ （强电解质）生成沉淀和水，B 点表示 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 全部反应，生成沉淀和 H_2O ，BC 段表示沉淀转化为沉淀，CD 说明沉淀又逐渐溶解了。根据题目所给要求首先要排除 B、D 答案。

因为它们虽然反应有水生成，但导电的离子数目没有减少。对于 C 答案，曲线中的平台段（BC）无法解释，故应排除，所以只有 A 一个选项， $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 H_3PO_4 在 AB 段的反应为：

$$3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6\text{H}_2\text{O}$$
，在 BC 段的反应为 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 = 3\text{BaHPO}_4 \downarrow$ 发生沉淀转化，在 CD 段的反应 $\text{BaHPO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ， $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 是二氢盐，溶于水，故选 A。

知识训练

1. 从氮族元素在周期表中的位置分析，氮族元素与同周期的卤素

元素相比较

()

- A. 非金属性弱, 原子半径小
- B. 非金属性弱, 原子半径大
- C. 非金属性强, 原子半径小
- D. 非金属性强, 原子半径大

2. 氮族元素随着原子序数的增加, 非金属性依次减弱, 金属性依次增强的主要原因是

()

- A. 核电荷数依次增大
- B. 原子核中质子数依次增大
- C. 原子核中中子数依次增大
- D. 原子核外电子层数依次增加, 原子半径依次增大

3. 在下列气态氢化物中, 稳定性最弱的是

()

- A. AsH_3 B. H_2S C. NH_3 D. HCl

4. 某元素的最高价氧化物的分子式为 R_2O_5 , 又知 R 的气态氢化物中含氢 8.8%, 则 R 的原子量是

()

- A. 13 B. 31 C. 63 D. 26

5. 下列含氧酸中, 酸性最强的是

()

- A. H_2CO_3 B. HNO_3 C. H_3PO_4 D. HClO

6. 下列各组气态氢化物中, 热稳定性由弱到强的顺序排列正确的是

()

- A. NH_3 、 PH_3 、 AsH_3 B. AsH_3 、 PH_3 、 NH_3
- C. PH_3 、 AsH_3 、 NH_3 D. NH_3 、 AsH_3 、 PH_3

7. 按砷、磷、氮的顺序减弱的是

()

- A. 非金属性 B. 单质的氧化性
- C. 气态氢化物的还原性 D. 最高价氧化物的水溶液的酸性

8. 1993 年 8 月, 国际相对原子质量委员会确认我国张青莲教授测定的铽相对原子质量 (121.760) 为标准相对原子质量。已知铽有两种天然同位素, 则 121.760 是

()

- A. 铽元素的质量与 ^{12}C 原子质量的 1/12 的比值

B. 一个铈原子的质量与 ^{12}C 原子质量 $1/12$ 的比值

C. 按各铈的天然同位素质量数和这些同位素所占的一定百分比计算出的平均值

D. 按各铈的天然同位素质量和这些同位素所占的一定百分比计算的平均值

9. 在氮的某种氧化物中, N 与 O 元素的质量比是 7:12, 则 N 元素的化合价为 ()

- A. +4 B. +3 C. +2 D. +1

10. 下列变化不能用一步反应完成的是 ()

- A. $\text{N}_2 \longrightarrow \text{NH}_3$ B. $\text{N}_2 \longrightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$
C. $\text{N}_2 \longrightarrow \text{NO}$ D. $\text{N}_2 \longrightarrow \text{NO}_2$

11. 室温下, 等体积的 NO 和 O_2 混合, 混合气体的平均分子量应是 ()

- A. 31 B. 41.3 C. 稍大于 41.3 D. 稍小于 41.3

12. CO_2 和 NO 共 30 升, 通过足量的 Na_2O_2 固体并充分反应后, 气体体积缩小到 20 毫升, 原混合气体中 NO 的体积是 ()

- A. 10mL B. 15mL C. 20mL D. 25mL

13. 两个体积相同的容器, 一个盛有 NO, 另一个盛有 N_2 和 O_2 , 在同温同压下两容器内的气体一定具有相同的 ()

- A. 原子总数 B. 质子总数 C. 分子总数 D. 质量

14. 鉴别 NO_2 和溴蒸气, 可选用的试剂为 ()

- A. 淀粉碘化钾溶液 B. 蒸馏水
C. AgNO_3 D. 石蕊试液

15. 氮气可以用作保护气, 这是因为 ()

- A. 氮气化学性质稳定 B. 氮元素化学性质稳定
C. 氮是非金属元素 D. 氮气密度与空气较接近

16. 固态氮的熔点很低的原因是 ()

- A. 氮是一种较活泼的非金属元素
B. 氮气性质不活泼

- C. 固态氮属于分子晶体
D. 氮气式量小
17. 实验室不可能制得纯净气体的是 ()
A. O_2 B. Cl_2 C. SO_2 D. NO_2
18. 只能用排水法收集的气体是 ()
A. H_2 B. NO C. NO_2 D. HCl
19. 下列反应起固定氮作用的是 ()
A. NO 与 O_2 反应生成 NO_2
B. 氨气在催化剂作用下被氧气氧化
C. 把空气液化, 再分离出氮气
D. 放电条件下, 氮气与氧化合成一氧化氮
20. 1g 镁和氧反应生成氧化镁时增重 0.67g, 1g 镁在空气中燃烧时增重 ()
A. 大于 0.67g B. 少于 0.67g
C. 等于 0.67g D. 无法比较
21. 下列氧化物, 不是酸酐的是 ()
A. NO_2 B. N_2O_3 C. N_2O_5 D. SO_3
22. 下列大气污染中, 能与人体血红蛋白结合而引起中毒的气体是 ()
A. SO_2 B. NO C. CO D. NO_2
23. 能用 $NaOH$ 溶液进行喷泉实验的一组气体是 ()
A. HCl 和 CO_2 B. NH_3 和 CH_4
C. SO_2 和 CO D. NO_2 和 NO
24. 红磷和白磷在一定条件下可以互变, 这一变化属于 ()
A. 物理变化 B. 化学变化
C. 氧化—还原反应 D. 非氧化—还原反应
25. 安全火柴盒的侧面所涂的物质是 ()
A. P_4 和 Sb_2S_3 等 B. P 和 Sb_2S_4 等
C. $KClO_3$ 、 MnO_2 、 S 等 D. KNO_3 、 MnO_2 、 S 等

26. 在两密闭容器中分别盛 31 克白磷和 1 摩 O_2 , 控制条件甲中得 P_4O_{10} , 乙中得 P_4O_6 , 充分反应后, 两容器分别所得产物的物质的量之比为 ()

- A. 5:4 B. 4:5 C. 4:3 D. 3:5

27. 稀 H_2SO_4 中插入一块铜片, 加入下列物质后, 可使 Cu 片迅速发生腐蚀的是 ()

- A. 稀盐酸 B. $FeCl_3$ 晶体
C. Na_2SO_4 晶体 D. KNO_3 晶体

28. 下列物质中无毒的是 ()

- A. $NaNO_3$ B. NO_2 C. HNO_3 D. H_3PO_4

29. 在相同温度相同压强下, 相同体积的烧瓶分别充满氨气和氯化氢气体做喷泉实验后, 所得溶液的摩尔浓度之比为 ()

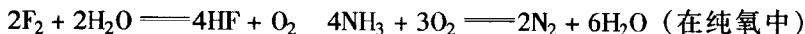
- A. 1:1 B. 1:0.45 C. 1:0.29 D. 4.5:2.9

能力提高

1. 能说明氮元素的非金属性比磷元素强的事实是 ()

- A. 硝酸是一元酸而磷酸是三元酸
B. 氨气比磷化氢稳定
C. 硝酸的沸点比磷酸低
D. 硝酸是强酸而磷酸是中强酸

2. 对比以下两个化学反应



可以得到的结论是 ()

- A. 氨和水在氧化—还原反应中能作还原剂
B. 氟和氧参加的氧化—还原反应都是置换反应
C. 氮的非金属性比氧弱, 氧的非金属性比氟弱
D. 按氮、氧、氟的顺序, 它们的最高氧化物的水化物酸性依次增强

3. 氮的氧化物都能和灼热的铁进行如下反应: