



高考神梯 状元金桥
配套人民教育出版社试验修订教材

1977-2007 黄金纪念精品版
恢复高考30年

名师伴你



化学

上册(必修)

高二同步创新版

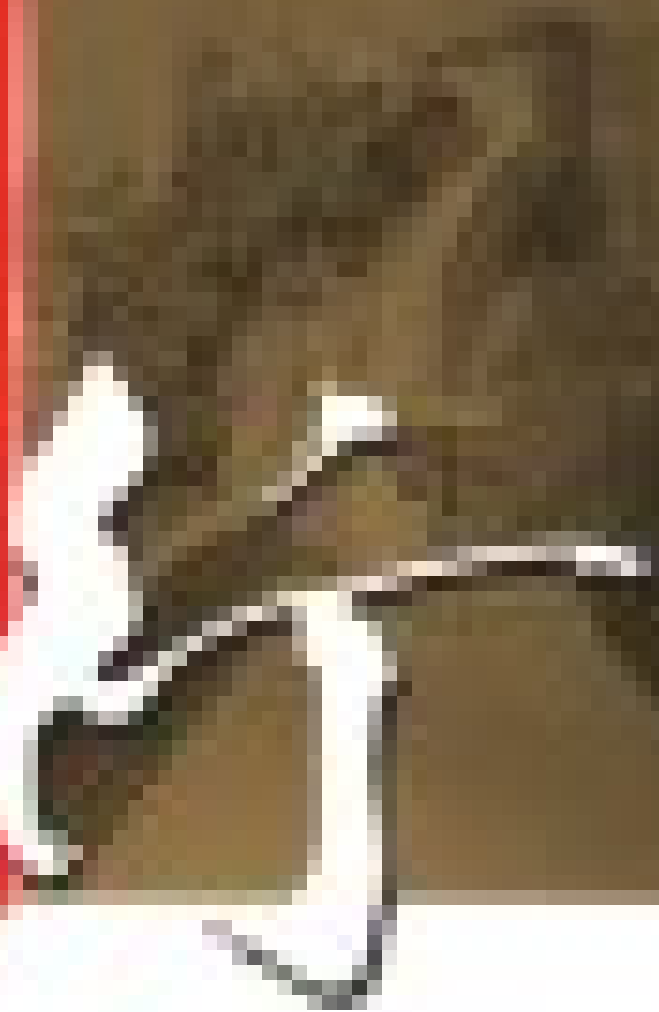
伴你春夏秋冬 伴你金榜题名

光明日报出版社

MINGSHIBANNIXING

名师伴你学

名师伴你学



化学

名师伴你学

化学

名师伴你学

名师伴你学





配套人民教育出版社试验修订教材

高二同步版

名师伴你行

MINGSHI BANNIXING

丛书顾问：顾振彪 蔡上鹤
 赵大鹏 明知白
 丛书主编：张连生
 执行主编：辛勤之
 本册主编：高端阳
 本册副主编：高阳 吕海燕
 本册编委：高端阳 高阳 吕海燕
 刘晓勇 张玉福 李金刚
 吴海波 赵永奎 魏学昌
 冯继良

化学

(上册 必修)

2006-2007

光明日报出版社

图书在版编目(CIP)数据

名师伴你行·高二化学/张连生主编.—北京:光明日报出版社,2006.1

ISBN 7-80206-216-0

I.名... II.张... III.化学课—高中—教学参考资料 IV.G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第000382号



《名师伴你行》系列丛书
MINGSHIBANNIXING



2005年,中国签署世界知识产权保护公约,
依法打击盗版成为全人类的共同目标.

- ① 著作权所有
- ① 请勿擅用本书制作各类出版物
- ① 违者必究

书 名: 名师伴你行·高二同步书 (化学)

著 者: 张连生

责任编辑: 杨宝发 责任印制: 柴自邦

封面设计: 佳禾设计室 责任校对: 吕鸿飞

出版发行: 光明日报出版社

地 址: 北京市崇文区珠市口东大街5号, 邮编: 100062

电 话: 010-67078945 (发行), 67078235 (邮购)

传 真: 010-67078227, 67078233, 67078255

网 址: <http://book.gmw.cn>

Email: gmcbs@gmw.cn

法律顾问: 北京盈科律师事务所郝惠珍律师

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 河间市红兴印刷厂

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与印刷厂联系调换

规 格: 850×1168mm 开 本: 1/16开

印 张: 170 字 数: 5500千字

版 次: 2006年1月第1版 印 次: 2006年1月第1次印刷

印 数: 1-10000册

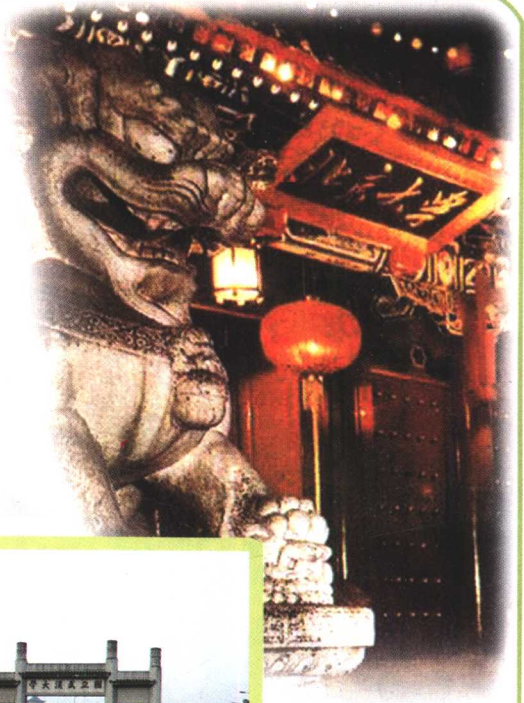
书 号: ISBN 7-80206-216-0

总 定 价: 280.00元





名师伴你春夏秋冬
 名师伴你金榜题名
 一流学府任你问鼎
 高考赐你锦绣前程



0:0 对于每个人都是机会.....

问渠哪得清如许 为有源头活水来 中国名师学帅印 考坛搭起大舞台



顾振彪

1942年12月出生。上海嘉定人。1965年毕业于华东师大中文系。曾任

人民教育出版社中语室主任，现任人民教育出版社编审、课程教材研究所研究员，教育部语文课程标准研制组核心成员，参与编写初、高中语文教材，人教社全日制普通高中语文教材（必修）主编。



蔡上鹤

著名教材专家。1942年12月出生，1964年8月毕业于华东师

范大学教育学系。人民教育出版社编审，课程教材研究所研究员，曾多次参加全国高考数学学科命题，参与编写全国通用的中学数学教科书，人教版九年义务教育中学数学教材主编、《数学通报》编委、《中小学教材教学》副主编。



赵大鹏

满族，1964年毕业于北京师范大学（首都师范大学）中文系。中学语文特级教师，现任北京市东城区教研中心高中语文教研员。《九年义务教育初中语文教学大纲》编写组成员，参与编写人民教育出版社初、高中教材。

学）中文系。中学语文特级教师，现任北京市东城区教研中心高中语文教研员。《九年义务教育初中语文教学大纲》编写组成员，参与编写人民教育出版社初、高中教材。



明知白

1963年毕业于北京大学数学系。研

究生，北京东城区教研中心教研员，数学教研室主任，北京数学会常务理事、副理事长，中国数学会《数学的实践与认识》与《数学通报》编委，中国数学奥林匹克高级教练。参加多项国家级教材的编写，参与制定教育部考试中心的《数学科考试说明》，多次参加高考、中考题及各级数学竞赛命题。

名师伴你行 希望在心中

2006-2007

MINGSHI
BANPIXING

丛书序言

建设创新型国家是时代赋予我们的光荣使命，是我们这一代人必须承担的历史责任。几千年来，中华民族创造了灿烂辉煌的优秀文化，以众多的创新成就为人类文明进步作出了巨大贡献。回顾历史，展望未来，我们完全有信心、有能力为人类文明进步作出新的更大的贡献。全党全国各族人民要统一思想、坚定信心、奋发努力、扎实苦干，坚持走中国特色自主创新道路，以只争朝夕的精神为建设创新型国家而努力奋斗！

——摘自2006年1月9日胡锦涛同志在全国科学技术大会上的讲话

“艳卉奇葩梅苦来，乍惊春绿腊前开。”1977年，邓小平同志招集教育部有关负责人谈话，提出恢复中断十年的高考制度的思路，恢复高考的工作当年启动，神州大地迎来了科学的春天，莘莘学子迎来了灿烂的明天。从1977年到2006年，中国高考经历了30年的风风雨雨，经历了数次意义重大的变迁。

“托风出水不奢求，随处扎根芳绿洲。”《名师伴你行》系列丛书经过四年的不断完善和创新，早已成为有口皆碑的知名教辅品牌。为了回报全国广大中学师生的青睐与厚爱，本丛书编委会汇同《光明日报》出版社，在保留原有精品栏目，广泛征寻一线教师意见，不断听取具有丰富高考指导经验的专家学者建议的基础上，综合最新高考信息，深入研究高考命题规律，经过精心策划，重磅推出2006-2007高二同步教学指导用书，作为对恢复高考30周年的最好纪念，真诚奉献给怀揣十年梦想的一代天骄。

“耸翠峰峦千万重，势压群秀最芙蓉。”《名师伴你行》系列丛书高考恢复30年黄金纪念精品版，之所以能引爆新一轮教学指导丛书的喝彩，是因为其卓越的品质、高雅的品位、知名的品牌，是因为其鲜活的素材、流动的信息、科学的体系、合理的栏目、厚重的内容、点睛的讲解和梯度的训练，是因为其三校五审的运作流程、与时俱进的撰写风格、准确无误的编排质量、卓而不凡的封面设计和尽善尽美的售后服务。

“磨剑刃锋泼墨赋，放情挥笔寄江流。”古人云：凡事预则立，不预则废。丛书策划中心首先招集本套丛书的50多名作者，封闭研讨十余天，总结目前在教辅市场拥有一席之地的其他教辅的优点，总结本套丛书四年来的成与败和得与失，总结近年高考的命题规律和试题风格，预测来年全国各地高考可能发生的变化，讨论全国广大读者用户的反馈意见，听取有关专家的编写策划报告，群策群力，团结协作，共同研究本套丛书的策划方案和改进计划，书内栏目逐一过关，编写思路和编写计划逐科验收，反复酝酿，博采众长，瓜熟蒂落，水到渠成。

“揽月临风神韵来，烟云拂尽上瑶台。”本丛书本着“为了一切学生、为了学生一切”的宗旨，本着“源于课本、高于课本、强化双基、突出能力”的理念，本着“零距离贴近课堂、百分之百服务考生”的思想，精益求精，认真推敲，使编排体系更加科学合理，书中栏目更加符合课堂设计，编写内容更加符合高考一轮复习的要求，讲、学、练、考的创新设计更加符合全国各地广大师生的需要。真可谓“十年磨一剑，细功出精品”。

MSBNX

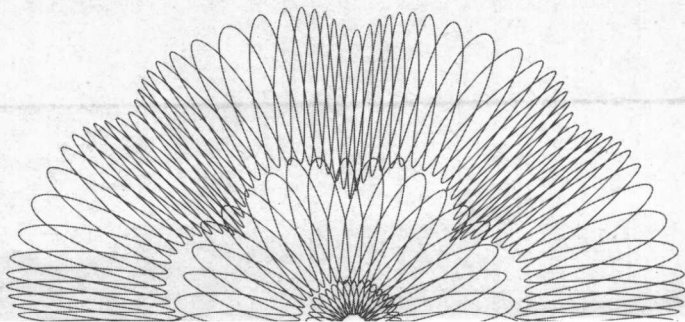
“数点花蕊俏然立，几多蜂蝶采撷勤。”丛书草稿出笼后，编委会又一次召开各路专家会议，对丛书的编写内容和质量进行综合评估，进一步提出修改意见，同时又将丛书草稿分发到全国各地30多所知名中学进行现场调研，虚心听取多方评价，针对提出的问题，认真研究整改方案。在审校过程中，本丛书以错误率最低、使用率最高为出发点，反复校对，反复审核，有疑必查，有错必纠，精心锻造，功到天成。

“临风斩浪腾云去，欲上天宫揽玉钩。”春华秋实，天道酬勤。不经过漫漫长夜，何以见到黎明的精彩；不经过辛勤耕耘，哪有秋收累累的硕果；不经历狂风暴雨的洗涤，何以见到美丽的彩虹；不经过寒窗十年的苦读，哪有金色六月的金榜题名。同学们，拼搏吧！前方的路在等待着你们……

《名师伴你行》高考恢复30年黄金纪念精品版
图书策划创意设计中心
2006年2月

阅读向导

- 【订一订学习目标】宏观着眼，制订知识目标和能力目标。读之，可以使你方向明确，少走弯路。
- 【做一做课前习题】从浅入手，精设预习试题，检测自主预习的实际效果。
- 【学一学知识精华】知识体系，条分缕析，一目了然；典例探究，选例经典，解析透彻；变式探索，举一反三，步步到位；即演即练，有的放矢，稳扎稳打。与本栏目交友，可以丰富知识，夯实基础。
- 【辨一辨疑误盲区】联系读者实际，瞄准疑惑焦点，精巧设疑问难，附有精要提示。与本栏目为友，可以使你释疑破雾，乘胜进击。
- 【探一探实验疑点】统览全局，整体把脉，劈隙导窾，顺藤摸瓜，整合规律，高屋建瓴。
- 【访一访高考平台】教材知识联系高考，课堂内容对接高考，入阵动笔体验高考，未雨绸缪，轻松走向高考。
- 【练一练双基起步】紧扣教材，蓄足实力，夯实基础，扬帆起航。题料新，题型活，是本栏目的主要特色。
- 【挖一挖知能潜力】以知识拓展为主体，以发散思维为路径，以发掘潜力为终目的。
- 【读一读大千世界】精编贴近教材的趣味资料，进一步开拓视野，弥补课内阅读之不足。



第一章 氮族元素

第一节 氮和磷	1
第二节 氨 铵盐	12
第三节 硝 酸	25
第四节 氧化还原方程式的配平	35
第五节 有关化学方程式的计算	45
本章知识总结	56
单元素质测试	60

第二章 化学平衡

第一节 化学反应速率	64
第二节 化学平衡	75
第三节 影响化学平衡的条件	85
第四节 合成氨条件的选择	97
本章知识总结	106
单元素质测试	109

第三章 电离平衡

第一节 电离平衡	112
第二节 水的电离和溶液的 pH	121
第三节 盐类的水解	130
第四节 酸碱中和滴定	141

本章知识总结	151
单元素质测试	153

第四章 几种重要的金属

第一节 镁和铝	156
第二节 铁和铁的化合物	167
第三节 金属的冶炼	178
第四节 原电池原理及其应用	186
本章知识总结	195
单元素质测试	196

综合测验题

第一学期期中测验题	199
第一学期期末测验题	202
参 考 答 案	205

第一章 氮族元素

第一节 氮和磷



订一订 学习目标

1. 了解氮族元素性质的相似性和递变规律以及引起氮族元素性质异同的原因。
2. 掌握氮气的化学性质,了解其结构和性质间的关系及氮气的主要用途。
3. 了解氮的氧化物的主要化学性质,氮的氧化物对人类的双重作用及其与环境的关系,能进行一氧化氮、二氧化氮与氧气的混合气体溶于水的有关计算。
4. 了解白磷和红磷的性质、用途及其相互转化的条件。

本节重点:

- (1) 氮族元素的原子结构特点及化合价变化规律。
- (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化学性质。
- (4) 同素异形体的概念及判断。

本节难点:

- (1) 区别氮气的活泼性与氮族元素的非金属性。
- (2) 一氧化氮、二氧化氮与氧气的混合气体溶于水的有关计算。



做一做 课前习题

1. 氮族元素

氮族元素包括_____五种元素,位于周期表的_____族。最外层有_____个电子,最高正价为_____价,其中N、P为非金属元素,As具有一定的金属性和非金属性,Sb、Bi为金属元素。主要化合价为_____,气态氢化物的化学通式为_____,最高价氧化物的化学式为_____

元素	氮(N)	磷(P)	砷(As)	锑(Sb)	铋(Bi)
原子序数	7	15	33	51	83
电子层数	2	3	4	5	6
最外层电子数	5	5	5	5	5
最高正价	+5	+5	+5	+5	+5
最低负价	-3	-3	-3	-3	-3
主要氧化物	N_2O , NO , NO_2	P_2O_3 , P_2O_5	As_2O_3 , As_2O_5	Sb_2O_3 , Sb_2O_5	Bi_2O_3 , Bi_2O_5
主要氢化物	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3	BiH_3
主要含氧酸	HNO_2 , HNO_3	H_3PO_3 , H_3PO_4	H_3AsO_3 , H_3AsO_4	H_3SbO_3 , H_3SbO_4	H_3BiO_3 , H_3BiO_4

_____,最高价氧化物对应的水化物的化学式为_____或_____。

2. 氮气

(1) 氮气的分子结构和物理性质

氮气分子结构式为_____,电子式为_____。氮氮三键的键能高达 $946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,约为氢气的2.2倍,故分子结构很稳定,通常情况下很难跟其他物质发生化学反应,常将氮气代替稀有气体做保护气。纯净的氮气是一种无色无味的气体,密度比空气稍小,在水中溶解度很小。在 10 kPa 下, $-198.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 时为无色液体, $-209.9 \text{ }^\circ\text{C}$ 时变成雪花状固体。

(2) 氮气的化学性质

①氧化性,如 N_2 可与 Mg 、 H_2 反应,方程式分别为:

_____;
_____。

②还原性: N_2 与 O_2 在放电时可生成 NO :

_____;
闪电或汽车引擎中均有此反应发生。

(3) 氮气的用途:_____

(4) 氮的固定

_____的方法统称为氮的固定。包括:

①_____:豆科植物的根瘤菌把空气中的氮气转化成硝酸盐作为养料吸收;雷雨天闪电时把空气中的氮气转化为氮的氧化物。

②_____:如合成氨等。

(5) 自然界中氮的循环

3. 磷

(1) 白磷和红磷物理性质比较及相互转化

名称	白磷	红磷
分子结构	分子式_____	
颜色状态		
溶解性		
毒性		
着火点		
保存方法		
相互转化		

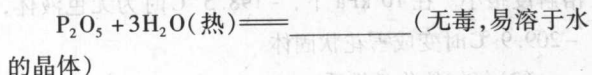
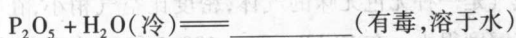
(2) 磷的化学性质

①与 O_2 反应:磷在空气中燃烧,产生大量_____,
方程式为:_____。

②与 Cl_2 反应:磷在 Cl_2 中燃烧,产生大量_____,
方程式为_____。

(3) 五氧化二磷

五氧化二磷是_____和_____的酸酐,吸
湿性强,可用作_____。



学一学 知识精华

考点扫描 1:

氮族元素的原子结构及性质

1. 氮族元素原子的结构特点

本族元素最外层都有 5 个电子,由 N \rightarrow Bi 核外电子层数依次增多,原子半径也依次增大。由此决定了氮族元素的单质及化合物在性质上的相似性、递变性和差异性。

2. 氮族元素性质的相似性和递变性

(1) 相似性

①最高正价为 +5,最高负价为 -3(Sb, Bi 无负价)

②最高价氧化物的通式为 R_2O_5

③最高价氧化物对应水化物的通式为 H_3RO_4 或 HRO_3

④气态氢化物的通式为 RH_3 (而不是 H_3R ,因为它们溶于水形成的溶液,不是氢某酸)

(2) 递变性

①氮族元素从 N 到 Bi,非金属性逐渐减弱,金属性

逐渐增强(N 和 P 为非金属,As 为半金属,其非金属性大于金属性,Sb 和 Bi 为金属)

②最高价氧化物对应的水化物的酸性逐渐减弱,即 $HNO_3 > H_3PO_4 > H_3AsO_4 > H_3SbO_4 > HBiO_3$

③气态氢化物的稳定性逐渐减弱,即 $NH_3 > PH_3 > AsH_3 > SbH_3 > BiH_3$

④气态氢化物的还原性逐渐增强,即 $NH_3 < PH_3 < AsH_3 < SbH_3 < BiH_3$

⑤气态氢化物的沸点除 NH_3 外,逐渐升高,即 $PH_3 < AsH_3 < SbH_3 < BiH_3$

典例探究

下列关系不正确的是 ()

- A. 非金属性: $N > P > As > Sb > Si$
- B. 酸性: $HNO_3 > H_3PO_4 > H_3AsO_4 > H_3SbO_4 > HBiO_3$
- C. 稳定性: $NH_3 < PH_3 < AsH_3 < SbH_3 < BiH_3$
- D. 酸性: $HClO_4 > H_2SO_4 > H_3PO_4 > H_2SiO_3$

【答案】C

【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: $Cl > S > P > Si$,再由非金属性越强其气态氢化物稳定性越强,其最高价含氧酸酸性越强的规律确定 B、D 正确, C 错误。

变式探索

关于氮族元素的下列叙述不正确的是 ()

- A. 原子最外层都有 5 个电子,位于 V 族
- B. 还原性: $AsH_3 > PH_3 > NH_3$
- C. 磷酸比硝酸稳定,故磷非金属性比氮强
- D. 在氮族元素的非金属单质中, N_2 的化学性质最稳定

即演即练

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 ()

- ①砷原子比磷原子核外多一个电子层,共多 8 个电子
- ②砷酸 H_3AsO_4 是一种氧化性强酸
- ③砷能表现出一定的金属性
- ④砷难与 H_2 化合,砷化氢极不稳定
- ⑤砷在通常情况下是固体
- ⑥可以有 -3、+3、+5 等多种化合价
- ⑦ As_2O_3 对应水化物酸性比 H_3PO_4 弱

A. ①⑥ B. ①②

C. ④⑥⑦

D. ③⑤

考点扫描 2:

N₂ 分子结构和性质

(1) 结构: $\cdot\text{N}::\text{N}\cdot$, 由于分子中 $\text{N}=\text{N}$ 很牢固, 所以 N₂ 性质很稳定。

(2) 性质: N₂ 分子稳定, 而 N 原子是非金属性很强的元素, 故 N 原子性质活泼。

① 与 H₂ 化合: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$, N₂ 表现氧化性。

② 与 O₂ 化合: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$, N₂ 表现还原性。

③ $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$

在空气中点燃镁条时, 其产物除有 MgO 外, 还有 Mg₃N₂ (仅生成微量 Mg₃N₂, 镁与 N₂ 反应比镁与 O₂ 反应要难得多)。

典例探究

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 NH₃ 的稳定性要大于 PH₃

C. 因为氮原子半径比磷原子半径要小, 所以氮的相对原子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

【答案】A、B

【解析】由氮族元素的结构特点可知, 它们的最外层电子都是 5 个, 最高正价为 +5 价, 故 A 正确。非金属性越强, 其气态氢化物越稳定, 故 B 正确。元素的非金属性强弱与其对应的含氧酸的稳定性无因果关系。原子半径的大小与相对原子质量之间不存在比例关系。正确选项为 A、B。

【评析】要正确认识原子结构和元素性质间的关系, 熟悉同族元素性质的相似性和递变性。

变式探索

以高温为条件, 下列反应难以发生的是 ()

A. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

B. $\text{N}_2 + 3\text{Ca} \rightleftharpoons \text{Ca}_3\text{N}_2$

C. $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$

D. $\text{N}_2 \xrightarrow[\text{豆科植物}]{\text{固氮菌}} \text{蛋白质}$

即演即练

下列用途中, 应用了氮气性质的不活泼性的是

()

A. 金属焊接时的保护气

B. 用于合成氨气

C. 工业上以氮气为原料之一制硝酸

D. 保护粮食和水果

考点扫描 3:

氮的氧化物

氮有五种价态, 能形成六种氧化物:

$\overset{+1}{\text{N}}_2\text{O}$, $\overset{+2}{\text{N}}\text{O}$, $\overset{+3}{\text{N}}_2\text{O}_3$, $\overset{+4}{\text{N}}\text{O}_2$, $\overset{+4}{\text{N}}_2\text{O}_4$, $\overset{+5}{\text{N}}_2\text{O}_5$ 都是大气的污染物, 其中 N₂O₃ 是亚硝酸的酸酐 ($\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_2$), N₂O₅ 为硝酸的酸酐 ($\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3$)。

NO 和 NO₂ 为重要的氮的氧化物, 性质比较如下表。

名称	NO	NO ₂
物理性质	无色无味难溶于水的有毒气体	红棕色有刺激性气味易溶于水的有毒气体
化学性质	(1) 还原性为主 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ (2) 有氧化性 $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$ (除汽车尾气、净化空气) (3) 跟血红蛋白作用生成一氧化氮血红蛋白	(1) 有还原性 $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3$ (2) 氧化性为主 $2\text{NO}_2 + 2\text{KI} \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{KNO}_2$ $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3 + \text{NO}$ (3) 与水反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ (4) 低温聚合 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$
实验室制法	$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 (\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
收集方法	排水法	向上排空气法。多余的 NO ₂ 用 NaOH 溶液吸收: $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

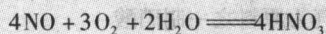
典例探究

将 10 mL NO 气体充入试管中, 然后将试管倒扣在

水中,再通入多少毫升 O_2 后气体体积就变为 3 mL?

【解析】由题意可知,最后剩余的 3 mL 气体可能是 NO,也可能是 O_2 。

(1)若 3 mL 气体为 NO,则说明有 7 mL NO 转化为 HNO_3 ,由化学方程式



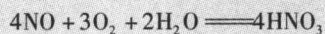
4 3

7 $V(O_2)$

$$\text{可知 } V(O_2) = \frac{3 \times 7}{4} \text{ mL} = 5.25 \text{ mL}$$

再通入 5.25 mL O_2 ,所剩气体为 3 mL NO。

(2)若 3 mL 气体为 O_2 ,则说明 10 mL NO 全部转化为 HNO_3 ,则



4 3

10 $V(O_2)$

$$V(O_2) = \frac{3 \times 10}{4} \text{ mL} = 7.5 \text{ mL}$$

所以,再通入 $7.5 + 3 = 10.5$ mL 的 O_2 ,所剩气体为 3 mL O_2 。

【评析】解本题的关键是以化学方程式 $4NO + 3O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$ 为基准进行判断。

变式探索

将装有 30 mL NO 和 NO_2 (设无 N_2O_4) 混合气体的试管倒立在水中,经过足够长时间,到水面不再上升为止,此时试管内剩余气体的体积为 16 mL,求原混合气体中 NO 和 NO_2 各是多少 mL?

即演即练

一定条件下,将等体积 NO 和 O_2 的混合气体置于试管中,并将试管倒立于水槽里的水中,充分反应后剩余气体的体积约为原总体积的 ()

A. $\frac{1}{4}$

B. $\frac{3}{4}$

C. $\frac{1}{8}$

D. $\frac{3}{8}$

考点扫描 4:

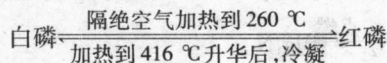
红磷和白磷的性质

(1)磷的物理性质

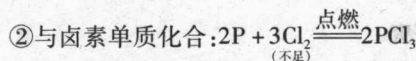
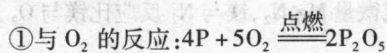
红磷:红色粉末状固体,无毒,不溶于水和 CS_2 ,着火点较高为 $240^\circ C$ 。

白磷:白色蜡状固体,剧毒,不溶于水易溶于 CS_2 ,着火点较低为 $40^\circ C$ (保存在水中)。

白磷和红磷互为同素异形体,它们在一定条件下可相互转化。



(2)磷的化学性质

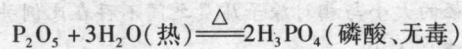
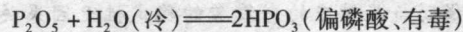


PCl_3 通常是无色液体, PCl_5 是白色固体,磷在氯气中燃烧一般同时生成这两种产物,所以磷在氯气中燃烧的现象是产生白色烟雾。

③磷与 H_2 很难直接化合,用间接的方法可得到磷跟氢的化合物,最普通的是磷化氢 (PH_3), PH_3 是一种无色而有大蒜气味的气体,在空气中可燃烧。

(3) P_2O_5 的性质

P_2O_5 是磷酸的酸酐,简称“磷酐”,是一种白色固体,极易吸水,可做干燥剂(是一种非氧化性酸性干燥剂),磷酐属于酸性氧化物,能与水、碱、碱性氧化物作用,与水反应时温度不同产物亦不同。



(4) H_3PO_4 的性质及其制备

①磷酸是一种中等强度的三元酸,不易挥发,不易分解、无氧化性。

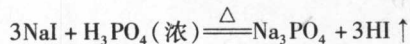
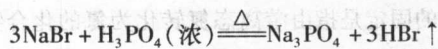
磷酸具有酸的通性

- ①与指示剂作用
- ②与活泼金属作用
- ③与碱反应
- ④与碱性氧化物作用
- ⑤与盐反应

实验室利用磷酸难挥发性和无氧化性制取 HBr 或

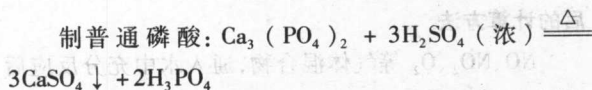


HI 等,如:



②磷酸的制备

白磷用于制备高纯度 H_3PO_4



滤去微溶于水的 CaSO_4 沉淀,所得滤液就是磷酸溶液。

典例探究

0.1 mol 红磷在一定量氯气中燃烧后,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. PCl_4

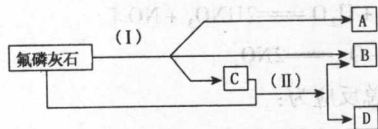
【答案】C

【解析】应用计算法,0.1 mol 物质 P 与 Cl_2 反应,所需 Cl_2 为 $n(\text{Cl}_2) = \frac{14.2 \text{ g}}{71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$,则 $n(\text{P}) : n(\text{Cl}) = 1 : 4$,该生成物组成介于 PCl_3 和 PCl_5 的组成之间。

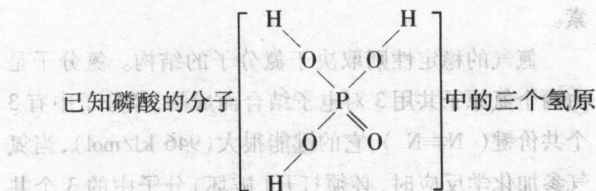
【评析】因为产物中可能存在 PCl_3 和 PCl_5 两种产物,所以应用质量守恒来解答。

变式探索

工业上常用氟磷灰石 $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}]$ 为原料,按下图所示流程制取磷酸、重过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 和氢氟酸。图中反应 (I) 为氟磷灰石跟另一种原料反应,生成 A、B、C 三种物质,其中的产物 C 又跟氟磷灰石发生反应 (II),生成 B 和重过磷酸钙。试写出两个反应的化学方程式:反应 (I) _____;反应 (II) _____。在生产中要特别注意 _____。



即演即练



已知磷酸的分子中的三个氢原子都可以跟重水分子 (D_2O) 中的 D 原子发生氢交换。

(1) 已知次磷酸 (H_3PO_2) 也可以跟 D_2O 进行氢交换,但次磷酸钠 (NaH_2PO_2) 却不能再跟 D_2O 发生氢交换,由此推出 H_3PO_2 的分子结构是 _____,并写出次磷酸与过量 NaOH 溶液反应的化学方程式 _____。

(2) 在亚磷酸溶液 (H_3PO_3) 中加入过量的 NaOH 溶液,只生成 Na_2HPO_3 和 NaH_2PO_3 两种盐,这一实验说明了亚磷酸的结构是 _____。

(3) 亚磷酸在空气中可逐渐氧化为磷酸,当在碘水中加入亚磷酸溶液充分反应,碘水的棕黄色褪去,溶液的 pH 降低;再滴入 AgNO_3 溶液有黄色沉淀析出,写出 H_3PO_3 与碘水反应以及反应后滴入 AgNO_3 溶液生成黄色沉淀的化学方程式 _____。

(4) Na_2HPO_3 的水溶液显碱性,用离子方程式解释原因 _____。

(5) H_3PO_3 属于 _____。
 A. 三元强酸 B. 三元弱酸
 C. 二元强酸 D. 二元弱酸

(6) 两个磷酸分子可脱去一水分子生成焦磷酸 ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$),含磷洗衣粉中含有三聚磷酸钠 ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$),1 mol 此钠盐中 P—O 键的物质的量为 _____ mol。



辨一辨 疑误盲区

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)

答:氮元素的非金属性虽强于磷,但单质分子中氮原子间的共价键的键能远远大于磷分子中磷磷键的键能。故单质活性,磷远远强于氮气。

2. 氮元素的活性与氮分子的稳定性的区别。

答:元素的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,所以说氮元素是一种具有较高活泼性的非金属元素。

氮气的稳定性则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,氮分子中有3个共价键($N \equiv N$),它的键能很大(946 kJ/mol),当氮气参加化学反应时,必须打开(破坏)分子中的3个共价键,这就需要吸收很高的能量。因此,在通常情况下,氮气的性质很不活泼,很难跟其他物质发生化学反应,只有在高温或放电条件下,氮分子获得了足够的能量,使氮分子中的共价键断裂而形成活动性较强的氮原子,才能跟氢、氧、金属等物质发生化学反应。

由此可见,氮元素的活性与氮分子的稳定性是两个不同的概念,它们之间并不矛盾。

3. 如何鉴别 NO_2 与溴蒸气?

答:可分别将两种气体通入 $AgNO_3$ 溶液,产生浅黄色沉淀的气体为 Br_2 蒸气。

也可将二者分别通入蒸馏水中,溶液呈橙色的为 Br_2 蒸气。

4. 怎样处理 NO 和 NO_2 废气?

答:用强碱溶液处理如 $NaOH$ 溶液;化学方程式为:
 $NO + NO_2 + 2NaOH \longrightarrow 2NaNO_2 + H_2O$;注意 NO 和 NO_2 的比为小于等于1才能充分吸收,当 NO 过量时应补充适量 O_2 ,当 NO_2 过量时,多余的 NO_2 可发生:
 $2NO_2 + 2NaOH \longrightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$ 。

5. “雷雨发庄稼”有哪些科学道理? 写出有关化学方程式。

答: $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$

6. 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?

②什么叫做氮的固定? 下列过程属于氮的固定的是

A. 放电条件下氮气与氧气化合

B. 在一定条件下用 NH_3 与 CO_2 合成尿素

C. 豆科植物根瘤菌能把空气中的氮气变成含氮化合物

D. 工业合成氨

答案:①蛋白质是生命的基础物质,氮元素是构成蛋白质的重要元素,所以,氮元素是组成生命的重要元

素。

②氮的固定是指由游离态氮转化为氮的化合物的过程 A、C、D



探一探 规律方法

1. 关于 NO 、 NO_2 、 O_2 三种气体的组合类型及溶于水后的计算方法

NO 、 NO_2 、 O_2 等气体混合物,通入水中充分反应后求剩余气体体积,或根据反应前后气体的体积变化求原混合气体组成,是气体计算的重点、难点。要注意抓住反应规律,利用差量法、循环法等方法进行计算。现将各种情况小结如下:

(1) NO_2 与 NO 混合型

NO 与 NO_2 (或还有其他不溶于水,也不与 NO 、 NO_2 反应的气体)混合物,通入水中,由反应:

$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$

可知,剩余气体只能是 NO (或其他成分),剩余气体体积为 $V = V_0 - \frac{2}{3}V(NO_2)$

或: $V = V(NO) + \frac{1}{3}V(NO_2)$

(2) NO 和 O_2 的混合型

NO 与 O_2 混合气通入水中,发生的反应有

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO \uparrow$

因此总反应为:

$4NO + 3O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$

此时剩余气体只可能是 NO 或者 O_2 :

①若 $V(NO) : V(O_2) = 4 : 3$ 无气体剩余;

②若 $V(NO) : V(O_2) < 4 : 3$ O_2 过量,余 O_2 气体;

③若 $V(NO) : V(O_2) > 4 : 3$ NO 过量,余 NO 气体。

(3) NO_2 与 O_2 混合型

NO_2 与 O_2 混合通入水中所发生的反应有:

$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO \uparrow$

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

因此总反应为:

$4NO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$

此时剩余气体也有两种可能,一种是 O_2 ,另一种是

NO:

①若 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 4 : 1$, 无气体剩余, 水可充满容器。

② $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) < 4 : 1$, O_2 剩余;

③ $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) > 4 : 1$, NO_2 过量, 因过量的 NO_2 与水反应, 生成 NO , 因此剩余气体是 NO , 体积为过量 NO_2 体积的 $1/3$ 。

(4) NO 、 NO_2 、 O_2 同时混合, 并通入水中

①当同时满足 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 4 : 1$, $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) = 4 : 3$ 时, 即 $V(\text{NO}_2) : V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) = 1 : 1 : 1$ 时, 无气体剩余。

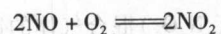
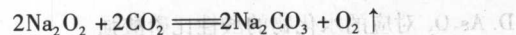
②当 $V(\text{NO}_2) = V(\text{NO}) < V(\text{O}_2)$ 时, 剩余 O_2 ;

③当 $V(\text{NO}_2) > V(\text{NO}) = V(\text{O}_2)$ 时, 剩余 NO 。

④ $V(\text{NO}) > V(\text{NO}_2) = V(\text{O}_2)$ 时, 剩余 NO 。

(5) NO 与 CO_2 (或水蒸气) 混合, 通过足量的 Na_2O_2 型:

所发生的反应有:



剩余气体的情况, 可根据 $V(\text{CO}_2) : V(\text{NO})$ 讨论:

①若 $V(\text{CO}_2) : V(\text{NO}) = 1 : 1$, 剩余 NO_2 , 且 $V(\text{NO}_2) = \frac{1}{2}V_{\text{总}}$;

②若 $V(\text{CO}_2) : V(\text{NO}) < 1 : 1$, NO 过量, 剩余 NO 和 NO_2 ;

③若 $V(\text{CO}_2) : V(\text{NO}) > 1 : 1$, CO_2 过量, 剩余 O_2 和 NO_2 , 若 $V(\text{NO}_2) = V(\text{NO})$,

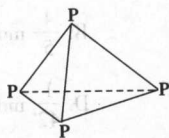
$$V_{\text{剩}}(\text{O}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{2} - \frac{V(\text{NO})}{2}$$

$$V_{\text{剩}} = V(\text{NO}_2) + V_{\text{剩}}(\text{O}_2) = V(\text{NO}) + \frac{V(\text{CO}_2)}{2} -$$

$$\frac{V(\text{NO})}{2} = \frac{V(\text{CO}_2)}{2} + \frac{V(\text{NO})}{2} = \frac{1}{2}V_{\text{总}}$$

2. 白磷的结构和晶型

白磷是由 4 个磷原子组成的四原子分子晶体, 分子式为 P_4 , 它的立方体结构为正四面体结构, 键角为 60° , 分子内有 6 个非极性共价键。



3. 磷酸与碱反应的规律

磷酸为三元酸, 与碱反应时, 当碱的用量不同时, 可生成不同的盐。如磷酸和 NaOH 反应: $1 : 1$ 生成 NaH_2PO_4 ; $1 : 2$ 生成 Na_2HPO_4 ; $1 : 3$ 生成 Na_3PO_4 。介于 $1 : 1$ 和 $1 : 2$ 之间生成 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 的混合物。介于 $1 : 2$ 和 $1 : 3$ 之间生成 Na_2HPO_4 和 Na_3PO_4 的混合物。



访一访 高考平台

- (2005 年上海) 据报道, 科学家已成功合成了少量 N_4 , 有关 N_4 的说法正确的是 ()
 - N_4 是 N_2 的同素异形体
 - N_4 是 N_2 的同分异构体
 - 相同质量的 N_4 和 N_2 所含原子个数比为 $1 : 2$
 - N_4 的摩尔质量是 56 g
- (2004 年辽宁 · 46) 农作物生长发育需要大量的氮养分, 除了可用人工固氮方法 (合成氨) 获得氨态氮外, 自然界雷电现象也是一种固氮途径, 经由雷电固定的氮是硝态氮 (硝酸或酸式盐), 其相关的化学方程式为 _____, _____。
- (2004 年广东 · 2) 上世纪 80 年代后期人们逐渐认识到, NO 在人体内起着多方面的重要生理作用。下列关于 NO 的说法不正确的是 ()
 - NO 分子中有极性共价键
 - NO 是造成光化学烟雾的因素之一
 - NO 是汽车尾气的有害成分之一
 - NO 分子所含电子总数为偶数
- 关于氮族元素 (用 R 代表) 的下列叙述正确的是 ()
 - 最高化合价是 $+5$
 - 氢化物的通式为 RH_3
 - 非金属性由上到下递增
 - 其含氧酸均为一元强酸
- 由 NaH_2PO_4 脱水形成聚磷酸盐 $\text{Na}_{200}\text{H}_2\text{P}_{200}\text{O}_{601}$, 共脱去水分子的数目为 ()
 - 198 个
 - 199 个
 - 200 个
 - 201 个



练一练 双基起步

- 氮的固定是指 ()
 - 植物从土壤中吸收含氮养料
 - 豆科植物根瘤菌将含氮化合物转变为植物蛋白
 - 将氮转变成硝酸及其他氮的化合物
 - 将空气中的氮气转变为氮的化合物
- 下列说法中正确的是 ()
 - 氮气化学性质不如磷活泼,故氮元素非金属性弱于磷
 - 氮族元素的单质与卤素单质类似,随核电荷数递增,熔沸点升高
 - 空气中含有 NO_2 ,下雨时溶于水中生成 HNO_3 ,淋洒到地面上,形成硝酸盐,可促进作物生长,所以空气中 NO_2 含量越多越有利
 - 虽然 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,但 NO_2 不是硝酸的酸酐
- 有化合物 Na_3N ,它与水剧烈反应产生 NH_3 。下列叙述正确的是 ()
 - Na_3N 是共价化合物
 - Na_3N 若与过量盐酸作用,可生成两种盐
 - Na_3N 与水的反应中, Na_3N 做还原剂
 - Na_3N 中钠与氮的半径相等
- 某元素 R 的原子最外层有 5 个电子,它的含氧酸的钾盐的化学式不可能是 ()
 - KRO_3
 - K_3RO_4
 - KRO_2
 - K_2RO_4
- 按碳、氮、氧、氟的顺序,其单质的性质表现为逐渐增强,正确的是 ()
 - 非金属性
 - 还原性
 - 氧化性
 - 金属性
 - 酸性
 - ①②
 - ①③
 - ③④⑤
 - ②③⑤
- 在标准状况下,将 O_2 与 NO 按 3 : 4 的体积比充满一个干燥烧瓶,将烧瓶倒置于水中,瓶内液面逐渐上升后,最后烧瓶内溶液的物质的量浓度为 ()
 - $0.045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.036 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.026 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $0.030 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 1998 年,美国科学家合成出有极强爆炸性的 N_5 ,对其结构尚不清楚,只知 N_5 实际是带正电荷的分子碎片。若 N_5 的空间结构呈 V 型对称,5 个氮原子最外层都达 8 电子结构,且含有 2 个 $\text{N}=\text{N}$,将其视为 N_5^{n+} ,则 n 值为 ()
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- 某集气瓶内的气体呈红棕色,加入适量水盖上玻璃片振荡后,瓶内气体又变红棕色。则该气体中可能含有 ()
 - N_2 、 NO_2 、 Br_2
 - N_2 、 NO_2 、 NO
 - O_2 、 NO_2 、 NO
 - N_2 、 O_2 、 Br_2
- 已知元素砷(As)的原子序数为 33,下列叙述不正确的是 ()
 - 砷元素是第 4 周期第 VA 族元素
 - 砷原子的第 3 个电子层含有 18 个电子
 - 单质在通常状况下是固体
 - As_2O_5 对应的水化物的酸性比磷酸强
- 将盛有氮气和二氧化氮(无 N_2O_4)混合气体的试管倒立于水中,经过足够长时间后,试管内气体的体积缩小为原来的一半,则原混合气体中氮气与二氧化氮的体积比是 ()
 - 1 : 1
 - 1 : 2
 - 1 : 3
 - 3 : 1
- 农业及城市生活污水中含磷,处理这类污水时不要除去磷,有以下几种意见,你认为正确的是 ()
 - 磷是生物的营养元素,不必除去
 - 含磷的污水是很好的肥料,不必处理
 - 含磷的污水排入江河中,能引起藻类过度繁殖,使水变质,必须处理
 - 磷对人无毒,除去与否都无关紧要
- 在标准状况下,将 O_2 和 NO_2 按 1 : 4 的体积比充满干燥烧瓶,把烧瓶倒置于水中,瓶内液体逐渐上升,假设烧瓶内溶液不扩散,最终烧瓶内溶液里溶质的物质的量浓度为 ()
 - $\frac{1}{14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $\frac{4}{5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $\frac{1}{28} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - $\frac{1}{42} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 现有两份质量均为 $a \text{ g}$ 的 Mg 粉,将其一份放入足量