



丛书主编 陈东旭

2007

同步辅导用书

高二上册

学习的艺术



化学

吉林文史出版社

第 10 号 (吉)

学习的艺术

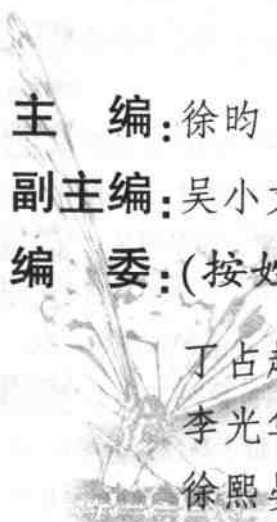
化 学

江西金太阳教育研究所

主 编: 徐 昀

副主编: 吴小文 黄仲仁 朱晓明

编 委: (按姓氏笔划排列)



丁占超	王广文	朱晓明	何江宜	李月祥
李光华	李向东	李 源	陈爱莲	徐 昀
徐熙晏	曹明洪	黄仲仁	黄贵林	焦国彬

吉林文史出版社

(吉)新登字 07 号

书 名 学习的艺术(高二)
丛书主编 陈东旭
责任编辑 周海英
出版发行 吉林文史出版社
地 址 长春市人民大街 4646 号 130021
印 刷 中共江西省委办公厅印厂
规 格 787 mm×1092 mm
开 本 16 开本
印 张 110 印张
字 数 3498 千字
版 次 2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-80702-395-3
定 价 132.00 元



成功者说：“学而有道。”那么，何为学之“道”？“道”在何方？让我们一起来翻开金太阳教育研究所倾情打造的《学习的艺术》一书吧！书中的讲解深入浅出，翔实高效；练习新颖别致，难易适中，这就是问题的答案。

古人常说，授人以鱼，不如授人以渔。《学习的艺术》这套丛书，在经过长期、广泛、细致地调研的基础上，集合全国一大批教学一线的名师，将他们的教学心得、复习方法和应试技巧融于书中，让大家在学习中懂得更多的艺术，考试更轻松。

本丛书以课时为编写单元，与实际教学保持同步使用。

中学化学的学习主要包括三个方面：一是知识，二是能力，三是贯穿在过程中的科学素养、人文精神。因此我们在本书的内容安排上力求紧扣实质，去掉不必要的形式。具体设置的栏目主要有：

课前导航 通过和化学相关章节有关的科技生产生活知识的科普性趣味性介绍，拓展学生视野，激发学习兴趣，培养探究精神，孕育人文情怀。

知识精析 使学生全面掌握课时基础知识，整体把握教材内容，突破重点，剖析难点，解决知识障碍。

规律技巧 通过恰当的归纳，配以典型例题+变式训练的形式使学生学会对知识的灵活运用，掌握各种解题技巧，积累能力素质。

回忆总结 以最简洁的文字对本课时知识进行小结，使学生对本课时知识成竹在胸。

同步达标 精心挑选的习题，具有良好的针对性、代表性、典型性和新颖性。难、中、易比例恰当，题量合适，有效帮助学生巩固基础知识，训练能力。

本章小结 (1)知识网络：将本章基础知识以网络形式表现，帮助考生建立知识框架，实现知识的系统化、清晰化；(2)高考链接：指出本章高考的要求及分析未来高考题的趋势，使学生进一步把握学习目标，明晰重点掌握内容。

一位名师能引领你走进科学的殿堂，一本好书能改变你一生的命运。认真研读这套丛书吧，拥有她，你会领略到学习的艺术，她会成为你的良师益友，会照亮你前进的道路。愿《学习的艺术》助你顺利走向高考。

读者如对本书有疑难问题，可来信、来电与我们联系，本研究所将及时帮您排忧解难。

金太阳系列丛书

特别鸣谢以下学校的大力协助：

江西省：	南昌二中 南昌十七中 新余四中 临川二中 赣县中学 贵溪一中	江西师大附中 临川一中 瑞昌一中 赣州一中 修水一中 鹰潭一中	南昌一中 吉安一中 新建二中 江西南大附中 安福中学 赣州市三中	南昌三中 白鹭洲中学 上高二中 玉山一中 上饶一中 安义中学	南昌十中 新余一中 宜春中学 南康中学 萍乡中学 峡江中学
北京市：	北京四中 首都师大附中	北京景山学校 北师大附中	清华大学附中 北京二中	北师大附属实验中学 北京二十中	
天津市：	南开中学	耀华中学	天津实验中学	大港一中	静海县一中
河北省：	邯郸一中	唐山市一中	衡水中学	正定中学	遵化一中
内蒙古：	内蒙古师大附中	呼和浩特市二中	赤峰市二中		
山西省：	太原五中 临汾一中	平遥中学 运城中学	大同一中	晋城一中	怀仁县一中 沁县中学
辽宁省：	沈阳市二中	东北育才中学	大连市八中	庄河高中	
吉林省：	东北师大附中 松原前郭五中	省实验中学 松原市第二中学	长春市实验中学	吉林市一中	延边市二中
黑龙江：	哈尔滨市六中	哈尔滨市九中	鸡西市一中	齐齐哈尔市实验中学	
江苏省：	南京师大附中 姜堰中学	南京外国语学校 盐城中学	南京一中 徐州一中	南通中学 张家港高中	启东中学
浙江省：	杭州高级中学 浙师大附中	浙江大学附中 东阳中学	宁波效实中学 衢州二中	诸暨学勉中学 绍兴柯桥中学	金华市一中 温州中学
山东省：	省实验中学 滨州市北镇中学	济南市一中 烟台市二中	青岛市二中 济宁市实验中学	曲阜师大附中 牟平一中	潍坊市一中
安徽省：	合肥市一中	马鞍山市二中	安庆市一中	濉溪中学	
福建省：	福建师大附中	南平高级中学	福州三中	龙岩二中	龙岩一中 南平一中
河南省：	河南大学附中	开封市高中	潢川一中	新乡市一中	平舆二高
湖北省：	华中师大一附中 水果湖中学	黄冈中学 武汉二中	荆州中学 荆门市一中	武汉中学 仙桃中学	天门中学
湖南省：	湖南师大附中 沅江市三中	长沙市一中 岳阳市一中	郴州市一中 岳阳县一中	株洲市二中 桑植一中	衡阳市八中 株洲市南方中学
广东省：	华南师大附中 深圳教育学院附中	广东省实验中学 顺德市一中	汕头金山中学 高州中学	惠州市一中	
广西：	广西师大附中	南宁市二中	北海市教科所	桂林市临桂中学	
四川省：	成都市七中 彭州中学	成都石室中学 南充高级中学	成都市十二中 攀枝花市三中	四川师大附中	新都一中
重庆市：	西南师大附中	重庆市一中	重庆市十一中	重庆市三中	重庆市八中
贵州省：	凯里市一中	贵阳师大附中	兴义市一中		
云南省：	昆明一中	昆明三中	宣威一中	大理一中	曲靖一中
西藏：	拉萨中学				
陕西省：	陕西师大附中 咸阳中学	西安中学 韩城象山中学	安康中学 绥德中学	延安中学 榆林市第一中学	渭南市瑞泉中学 榆林中学
甘肃省：	西北师大附中	兰州市一中	天水一中		
宁夏：	宁夏大学附中	银川市一中	银川市唐徕回民中学		
新疆：	新疆实验中学	乌鲁木齐市一中	库尔勒华山中学兵团二中		乌鲁木齐铁路三中

(限于篇幅仅列部分学校,敬请谅解)

读者意见反馈表

科目: _____

姓名		电话		就读年级	
学校		电话		任课教师	
地址				邮政编码	
书名					

读者意见

1. 您认为本书最大的特点是什么?
2. 本书有什么不足之处?
3. 您对本书的封面、体例等等,有什么意见和建议?
4. 您还需要什么书?

①为了进一步提高我所图书的品质,更好地为读者服务,便于再版时修订,特制订本表以征求各地读者的意见,我们热诚欢迎读者们能为我们指出本书的错误和不足之处,提出修改意见!

②凡能正确指出本书中某一处错误(限前十位,以收到信函或传真日期为准),并详细标明正确的改正措施者,经本书编辑部确认后,将能获得一份精美的礼品。

③能对本书的编排、体例以及创新方面提出切实可行的建议者,经采用后,同样能获得一份精美的礼品。

④能在图书上详细标注出错误或不足并附文字说明者,经采用后,除能获得礼品外,还将有机会被聘为我所的“特约编审”。

地址:江西省南昌市上海路349号 江西金太阳教育研究所

邮编:330029

电话(传真):0791-8312162

网址:<http://www.jtyjy.com>

《金太阳》系列丛书

——江西金太阳教育研究所编著

——吉林文史出版社出版

《学习的艺术》(上册)

——2007 高二同步辅导用书

邮 购 目 录

书 名	邮购代码	邮购价(元)	数量
《学习的艺术》·语文分册	YSS21	14.50	
《学习的艺术》·数学分册	YSS22	15.50	
《学习的艺术》·英语分册	YSS23	19.00	
《学习的艺术》·物理分册	YSS24	19.00	
《学习的艺术》·化学分册	YSS25	12.00	
《学习的艺术》·生物分册	YSS26	15.50	
《学习的艺术》·政治分册	YSS27	11.50	
《学习的艺术》·历史分册	YSS28	12.00	
《学习的艺术》·地理分册	YSS29	13.00	

邮购方法:

注明所购图书代码、数量以及您的详细收件地址、姓名、邮编,将书款通过邮局汇至**330046 江西省南昌市省府大院北二路七十六号 96 号信箱 黄利平 老师 收**。款到三日内发书。

起邮数 100 册。

联系电话:13077966176

第一章 氮族元素

第 1 课时	氮和磷(一)	(1)
第 2 课时	氮和磷(二)	(4)
第 3 课时	氮、铵盐(一)	(7)
第 4 课时	氮、铵盐(二)	(10)
第 5 课时	硝酸(一)	(12)
第 6 课时	硝酸(二)	(14)
第 7 课时	氧化还原方程式的配平	(16)
第 8 课时	有关化学方程式的计算(一)	(18)
第 9 课时	有关化学方程式的计算(二)	(21)
第 10 课时	实验一 氨气的制取和性质、铵离子的检验	(23)
	本章小结	(25)

第二章 化学平衡

第 11 课时	化学反应速率(一)	(27)
第 12 课时	化学反应速率(二)	(29)
第 13 课时	化学平衡(一)	(31)
第 14 课时	化学平衡(二)	(33)
第 15 课时	影响化学平衡的条件(一)	(36)
第 16 课时	影响化学平衡的条件(二)	(39)
第 17 课时	化学平衡(综合)	(41)
第 18 课时	合成氨条件的选择	(44)
第 19 课时	实验二 化学反应速率和化学平衡	(46)
	本章小结	(48)



Contents

第三章 电离平衡

第 20 课时	电离平衡(一)	(50)
第 21 课时	电离平衡(二)	(52)
第 22 课时	水的电离和溶液的 PH(一)	(55)
第 23 课时	水的电离和溶液的 PH(二)	(57)
第 24 课时	盐类水解(一)	(59)
第 25 课时	盐类水解(二)	(61)
第 26 课时	酸碱中和滴定	(64)
第 27 课时	实验三 电解质溶液	(66)
第 28 课时	实验四 中和滴定	(68)
	本章小结	(71)

第四章 几种重要的金属

第 29 课时	镁和铝(一)	(72)
第 30 课时	镁和铝(二)	(74)
第 31 课时	铁和铁的化合物(一)	(77)
第 32 课时	铁和铁的化合物(二)	(78)
第 33 课时	金属的冶炼	(81)
第 34 课时	原电池的原理及其应用	(84)
第 35 课时	实验五 镁、铝、铁及其化合物的性质	(86)
第 36 课时	实验六 原电池原理、金属的化学腐蚀	(88)
	本章小结	(90)
	参考答案	(92)

第一章 氮族元素

第1课时 氮和磷(一)

课 前导航

在新疆与青海两省交界处有一狭长山谷,每当牧民和牲畜进入后,风和日丽的晴天顷刻间电闪雷鸣,狂风大作,人畜皆遭雷击而倒毙。奇怪的是这里的牧草茂盛、四季长青,被当地牧民称为“魔鬼谷”。在大多数农村也有“雷雨催庄稼”的说法。学完本节,请试试解释“魔鬼谷”牧草茂盛、四季长青的原因。

知 识 精 析

一、氮族元素简介

1. 氮族元素由_____五种元素组成,位于元素周期表的第_____族。处于碳族和氧族元素之间。

2. 原子结构的异同

(1) 相同:最外层电子数都相同,均有_____个电子。
(2) 不同:随着核电荷数的递增,_____逐渐增多。

3. 氮族元素性质的相似性和递变性

(1) 相似性

① 能获得3个电子达到稳定结构。
② 最高氧化物的化学式为_____,对应的水化物的化学式为_____,水溶液显酸性。

③ 在其氢化物中,化合价为-3价,分子式为_____(锑、铋为金属,无负价)。

(2) 递变性(按 $N \rightarrow Bi$ 顺序)

① 元素的非金属性逐渐减弱($N > P > As$),金属性逐渐增强($Sb < Bi$)。

② 氢化物的稳定性: $NH_3 > PH_3 > AsH_3$, 氢化物的还原性: $AsH_3 > PH_3 > NH_3$ 。

③ 最高价氧化物对应的水化物的酸性: $HNO_3 > H_3PO_4 > H_3AsO_4$ 。

二、氮气

1. 氮气(N_2)的分子结构

① 电子式: _____

② 结构式: _____

③ 结构特点: a. 两个氮原子通过 $N \equiv N$ 键结合,键能很大($946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$),所以 N_2 很稳定; b. N_2 分子中,共用电子对不偏向于任何一个原子,故 $N \equiv N$ 是非极性键。

2. 氮气的物理性质

纯净的氮气是无色无味的气体,难溶于水(通常情况下,1体积水只能溶解大约0.02体积的氮气),密度比空气稍小,熔点 -209.9°C ,沸点 -195.8°C , N_2 约占空气总体积的78%。

3. 氮气的化学性质

常温下, 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、放电等条件下, N_2 也能与 H_2 、 O_2 等物质发生化学反应。

(1) 与 H_2 反应: $N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2NH_3$ (工业合成氨的反应)

(2) 与 O_2 反应: $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ (固氮反应)

说明:打雷、汽车引擎时能发生此反应。

4. N_2 的制法

(1) 工业制法——分离液态空气

空气 $\xrightarrow[\text{加压}]{\text{降温}}$ 液态空气 $\xrightarrow[\text{升温}]{\text{减压}}$ $\begin{cases} \text{① } N_2 (\text{沸点: } -195.8^\circ\text{C}) \\ \text{② } O_2 (\text{沸点: } -183^\circ\text{C}) \end{cases}$

(2) 实验室制法

$NaNO_2$ (饱和) + NH_4Cl (饱和) $\xrightarrow{\Delta}$ $NaCl + N_2 \uparrow + 2H_2O$

三、氮的氧化物

氮的氧化物包括 N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5 等,其中最常见的是 NO 和 NO_2 ,氮的氧化物都是大气污染物; N_2O_3 和 N_2O_5 分别是 HNO_2 和 HNO_3 的酸酐。

(1) NO : 无色,不溶于水的气体,易与血红蛋白结合,使血红蛋白失去载氧能力而使人中毒, NO 易被空气中的 O_2 氧化: $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$,所以 NO 只能用排水法收集。

(2) NO_2 : 红棕色、有刺激性气味的气体,空气中的

NO_2 是形成光化学烟雾的主要原因, NO_2 易溶于水并与水发生反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ (所以 NO_2 不是 HNO_3 的酸酐)。 NO_2 与 N_2O_4 存在如下转化关系: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ (在通常情况下, NO_2 与 N_2O_4 总是共存的, 因此一般情况下很难得到纯净的 NO_2)。

NO_2 具有较强的氧化性, 如 $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$ (NO_2 亦能使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝)。

四、氮的氧化物溶于水的计算

(1) NO_2 或 NO_2 与其他非 O_2 气体混合溶于水,

根据反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 进行计算

(2) NO_2 和 O_2 的混合气体溶于水

根据反应: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 进行计算

(3) NO 和 O_2 的混合气体溶于水

根据反应: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 进行计算

规律技巧

【典例 1】 请用化学方程式表示“魔鬼谷”牧草茂盛四季常青的原因:

(1) _____,

(2) _____,

(3) _____。

【解析】 闪电雷鸣, 实际上是自然界的一种放电现象, 放电过程中, 空气中 N_2 和 O_2 化合成 NO , NO 又被 O_2 氧化成 NO_2 , NO_2 在雨水中与水反应生成的 HNO_3 随雨水淋洒到土壤中并与土壤中的矿物质作用生成能被作物吸收的硝酸盐, 促进了作物的生长, 这也是自然固氮的方法之一。

【答案】 (1) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$

(2) $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$

(3) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

【变式训练 1】 A、B、C 三种气体, A 为无色, 是空气的主要成分之一, 在一定条件下, A 能与 O_2 反应生成气体 B; B 不溶于水, 但能与 O_2 反应生成 C; C 溶于水, 与水反应生成 B, 且溶液呈酸性。试推断 A、B、C 的化学式。

【典例 2】 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 N_2 , 试回答下列问题:

(1) 制取 N_2 的发生装置应与下列气体中的哪种气体发生装置相同 _____。

A. CO_2

B. H_2

C. O_2

D. Cl_2

(2) 制得的 N_2 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

【解析】 制备气体的发生装置应根据反应物的状态和反应条件 (是否加热) 来决定, 本实验属液液加热型, 因此, 可选择与 Cl_2 相同的发生装置; 由于 N_2 不溶于水, 因此可用排水法收集, 又因为 N_2 的密度跟空气接近, 所以不能用排空气法收集。

【答案】 (1) D (2) C、D

【变式训练 2】 鉴别 NO_2 气体和 Br_2 蒸气, 可用 ()

A. 湿润的淀粉 KI 试纸

B. AgNO_3 溶液

C. 水

D. 烧碱溶液

【典例 3】 把盛有 48 mL NO 和 NO_2 混合气体的容器倒立于水中 (保持同温同压), 液面稳定后, 容器内气体的体积变为 24 mL, 则:

(1) 原混合气体中, NO 是 _____ mL, NO_2 是 _____ mL。

(2) 若在剩余的 24 mL 气体中通入 6 mL O_2 , 液面稳定后, 容器内的剩余气体是 _____, 体积为 _____ mL。

(3) 若在剩余的 24 mL 气体中通入 24 mL O_2 , 液面稳定后, 容器内的剩余气体是 _____, 体积为 _____ mL。

(4) 若在剩余的 24 mL 气体中通入 _____ mL O_2 , 充分反应后, 容器内剩余 4 mL 气体。

【解析】 此题考查的是氮的氧化物的相互转化, 需要掌握如下几个反应:

① $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$

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

③ $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$

④ $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$

(1) 根据所学知识, 只有 NO_2 可与水反应。设 48 mL 混合气体中含 x mL NO_2 , 则 NO 为 $(48-x)$ mL, 液面稳定后气体为 NO , 其体积 $V_{\text{NO}} = (48-x)$ mL + $\frac{1}{3}x$ mL = 24 mL, 由此可得 $x = 36$, 即混合气体中 NO 为 12 mL, NO_2 为 36 mL。

(2) 根据反应③, $4\text{NO} \sim 3\text{O}_2$, 可知 O_2 不足。

6 mL O_2 消耗 NO 的体积 = $\frac{4 \times 6 \text{ mL}}{3} = 8 \text{ mL}$, 故

容器内的剩余气体为 NO, 体积为 16 mL。

(3) 由反应③可知, 24 mL NO 完全转化为 HNO_3 , 需 O_2 18 mL, 故通入 24 mL O_2 , 液面稳定后, 剩余气体为 O_2 , 体积为 6 mL。

(4) 此问在(1)、(2)、(3)问作铺垫的情况下引伸, 充分反应后容器内剩余 4 mL 气体时, 求通入 O_2 的体积。不难得出此 4 mL 气体可能为 O_2 或 NO。若 O_2 在与 NO 反应全部生成 HNO_3 , 还剩余 4 mL O_2 , 由反应③可知, 通入 O_2 的体积 = 4 mL + 18 mL = 22 mL; 若完全反应后, 还剩余 4 mL NO, 即只有 20 mL 的 NO 转化为 HNO_3 , 消耗 O_2 的体积为 $\frac{20 \text{ mL} \times 3}{4} = 15 \text{ mL}$ 。

[答案] (1) 12; 36 (2) NO; 16 (3) O_2 ; 6 (4) 22 或 15

变式训练 10 mL CO_2 和 NO 的混合气体通过

足量的 Na_2O_2 后, 气体的体积变为 5 mL (相同条件), 则 CO_2 和 NO 的体积比不可能为_____。

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

[规律 1] 氮的氧化物溶于水后剩余气体及体积有如下规律:

气体反应物	剩余气体及其体积
NO_2	$V(\text{余 NO}) = \frac{1}{3}V(NO_2)$
NO_2 、NO	$V(\text{余 NO}) = V(\text{原 NO}) + \frac{1}{3}V(NO_2)$
NO 、 O_2	$V(NO)/V(O_2) = \frac{4}{3}$ 时, 无气体剩余
	$V(NO)/V(O_2) > \frac{4}{3}$ 时,
	$V(\text{余 NO}) = V(\text{原 NO}) - \frac{4}{3}V(O_2)$
	$V(NO)/V(O_2) < \frac{4}{3}$ 时,
NO_2 、 O_2	$V(\text{余 } O_2) = V(\text{原 } O_2) - \frac{3}{4}V(NO)$
	$V(NO_2)/V(O_2) = 4$ 时, 无气体剩余
	$V(NO_2)/V(O_2) > 4$ 时,
	$V(\text{余 NO}) = \frac{1}{3}[V(NO_2) - 4V(O_2)]$
NO_2 、 O_2	$V(NO_2)/V(O_2) < 4$ 时,
	$V(\text{余 } O_2) = V(\text{原 } O_2) - \frac{1}{4}V(NO_2)$

[规律 2] NO_2 和 Br_2 蒸气的鉴别:

由于 NO_2 和溴蒸气均为红棕色气体, 且均有氧化性。因此, 鉴别有一定的难度, 通常可用下列方法鉴别。

(1) $AgNO_3$ 溶液法: 通入 $AgNO_3$ 溶液后, 有淡黄

色沉淀生成的为溴蒸气, 无现象的为 NO_2 ; $Br_2 + H_2O \rightleftharpoons HBr + HBrO$, $Ag^+ + Br^- \rightleftharpoons AgBr \downarrow$ 。

(2) CCl_4 溶剂: 将气体通入 CCl_4 溶剂中, 易溶解且溶液显橙红色的为溴蒸气, 另一种为 NO_2 。

(3) 水洗法: 溶于水得无色溶液的为 NO_2 , 得橙色溶液的为溴蒸气。

回忆总结

1. 氮族元素

包括: N, P, As, Sb, Bi

位置: 分布在第二周期~六周期的 V A 族

结构: 最外层均有 5 个电子, 随着核电荷数的递增, 原子半径逐渐增大。

性质: 按同族自上而下的顺序, 非金属性逐渐减弱, 金属性逐渐增强。

2. N_2 分子内两个 N 原子间共用三对电子, 键能很大, 因此 N_2 的化学性质很稳定, 因此 N_2 可代替稀有气体, 充当保护气。

第2课时 氮和磷(二)

课 前 导 航

“鬼火”即磷火,夜间磷的氢化物燃烧看得很清楚,古代叫它为“鬼火”,因此,古时有“老槐生火,久血为磷”之说。当时人们不解其因,直到19世纪才由化学家揭开“鬼火”之谜。“鬼火”常常出现在老坟地上,尤其是炎夏或春夏之交,气温较高,雨水充足,尸骨中的磷化钙(Ca_3P_2)与水发生反应生成的 PH_3 中常有少量的联磷(P_2H_4),联磷易自燃而导致 PH_3 燃烧。

知 识 精 析

磷

1. 磷的存在:自然界中没有游离态的磷,磷元素主要以_____的形式存在于矿石中;动物的骨骼、牙齿和神经组织,植物的果实和幼芽,生物的细胞里都有磷,磷对于维持生物体的生理机能起着重要作用。

2. 磷的同素异形体:磷有_____同素异形体,其中红磷和白磷是最常见的两种,两者的性质比较见下表:

名称	白磷	红磷
颜色状态	白色(或黄色)蜡状固体	暗红色粉末状固体
毒性	剧毒	无毒
溶解性	不溶于水,易溶于 CS_2	不溶于水,也不溶于 CS_2
着火点	40°C	240°C
保存方法	密封(少量存于水中)	密封
相互转化	$\text{白磷} \xrightleftharpoons[\text{隔绝空气加热至 } 416^\circ\text{C, 升华, 冷凝}]{\text{隔绝空气加热至 } 260^\circ\text{C}} \text{红磷}$	
化学性质(相同)	(1)与 O_2 反应: $4\text{P} + 5\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5$,产生大量白烟 (2)与 Cl_2 反应: $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{PCl}_3$, $2\text{P} + 5\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{PCl}_5$,生成 PCl_3 和 PCl_5 的混合物,产生白色烟雾	

说明:①因为红磷的着火点比白磷高,且无毒,所以用于制安全火柴,火柴盒的侧面涂有红磷(发火剂)和三硫化二锑;火柴杆头上的物质一般是 KClO_3 、

MnO_2 、 S (易燃物)等。

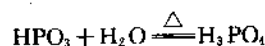
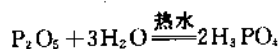
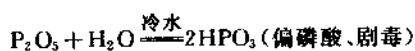
②常温下白磷在空气中会缓慢氧化,所以少量白磷保存在水中,以隔绝空气。

③白磷和红磷在隔绝空气的条件下会互相转化且燃烧产物都为 P_2O_5 ,说明两者互为同素异形体。

④白磷的分子式为 P_4 ,空间构型为正四面体,键角为 60° 。

3. 五氧化二磷

白色粉末,是一种非氧化性酸酐,具有很强的吸水性(高效干燥剂)。



P_2O_5 是一种常用的干燥剂,中学化学中接触到的干燥剂还有浓 H_2SO_4 、碱石灰和无水 CaCl_2 ,现将它们的性质比较如下:

干燥剂	能干燥的气体	不能干燥的气体
酸性干燥剂	浓 H_2SO_4	碱性气体: NH_3 还原性气体: H_2S 、 HI 、 HBr 等
	P_2O_5	NH_3
中性干燥剂	CaCl_2	NH_3
碱性干燥剂	碱石灰 ($\text{CaO} + \text{NaOH}$)	酸性气体

4. 磷酸(H_3PO_4)

磷酸是五氧化二磷的对应水化物,是一种中等强度的三元酸(离子方程式中以分子式 H_3PO_4 表示),沸点高,可以跟水以任意比互溶,无强氧化性。

磷酸与碱反应:



磷酸盐的溶解性:

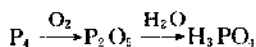
(1)磷酸正盐和磷酸氢盐只有铵、钾、钠盐可溶于

水,其余均不溶于水。

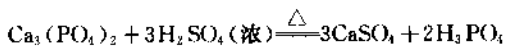
(2)磷酸二氢盐均可溶于水。

磷酸的制备:

①白磷用于制高纯度 H_3PO_4 :



②制普通 H_3PO_4 :



滤去微溶于水的 $CaSO_4$, 所得溶液就是 H_3PO_4 溶液。

规律技巧

【典例 1】把 2.24 L (标准状况) NH_3 通入 40 mL $1 \text{ mol} \cdot L^{-1} H_3PO_4$ 溶液中, 所得的产物是 ()

- A. 磷酸铵 B. 磷酸铵和磷酸氢铵
C. 磷酸二氢铵 D. 磷酸铵和磷酸二氢铵

[解析] 过程类似 H_3PO_4 与 $NaOH$ 的计算规律。

$$\text{题中 } n(NH_3) = \frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$\frac{n(NH_3)}{n(H_3PO_4)} = \frac{0.1}{0.04} = 2.5, \text{ 所以生成物为 } (NH_4)_3PO_4 \text{ 和 } (NH_4)_2HPO_4 \text{ 的混合物。}$$

(NH_4)₂HPO₄ 的混合物。

[答案] B

【变式训练 1】0.1 mol 红磷在一定量氯气中燃烧后, 固体质量增加 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

[规律 1] H_3PO_4 与 $NaOH$ (或氨水) 反应的产物主

要取决于两反应物的物质的量之比 $\frac{n(NaOH)}{n(H_3PO_4)}$, 设 $NaOH$ 与 H_3PO_4 的物质的量之比为 x , 则:

当 $x \leq 1$ 时, 产物为 NaH_2PO_4

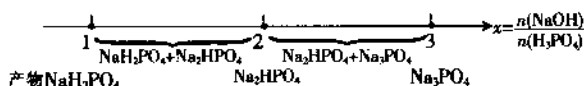
当 $1 < x < 2$ 时, 产物为 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4

当 $x = 2$ 时, 产物为 Na_2HPO_4

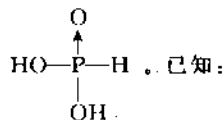
当 $2 < x < 3$ 时, 产物为 Na_2HPO_4 和 Na_3PO_4

当 $x \geq 3$ 时, 产物为 Na_3PO_4

以上规律可用数轴表示为:



【典例 2】在 PCl_5 中加入蒸馏水并微热, PCl_5 完全水解, 产物之一是亚磷酸 (H_3PO_3), 其结构式为:



a: H_3PO_3 与 $NaOH$ 反应只能生成 NaH_2PO_3 和 Na_2HPO_3 两种盐;

b: H_3PO_3 与碘水反应, 碘水的棕黄色逐渐褪去, 再加 $AgNO_3$ 溶液有黄色沉淀生成;

c: 在盛 H_3PO_3 的试管中加 $AgNO_3$ 溶液有黑色沉淀生成, 且在试管口有红棕色气体出现。

根据以上信息回答下列问题:

(1) 下列关于 H_3PO_3 的叙述中正确的是 ()

- ①强酸 ②弱酸 ③二元酸 ④三元酸 ⑤氧化性酸 ⑥还原性酸

A. ①④⑤ B. ②③ C. ②③⑥ D. ①④

(2) 下列有关生成物的叙述中正确的是 ()

- ①b、c 反应均有 H_3PO_3 生成 ②b 反应中生成的黄色沉淀是 AgI 和 Ag_3PO_4 的混合物 ③b 反应中生成的黄色沉淀是 AgI ④c 反应的还原产物是 NO 和 Ag ⑤c 反应的还原产物是 NO_2 和 Ag

A. ②③⑤

B. ⑤

C. ①③④

D. ②

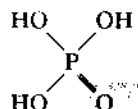
[解析] (1) H_3PO_3 中虽有 3 个 H 原子, 但它与 $NaOH$ 溶液反应只生成两种盐。由此可推知 H_3PO_3 为二元酸。又据题给信息: H_3PO_3 与碘水反应, 碘水褪色, 说明 I_2 被还原, 可见 H_3PO_3 有还原性。

(2) b 反应中由于有 HI 和 H_3PO_3 生成。当加入 $AgNO_3$ 溶液后, 将生成 AgI 沉淀, 而 Ag_3PO_4 沉淀不可能在 HNO_3 溶液中生。因为 Ag_3PO_4 与 HNO_3 会反应生成 AgH_2PO_4 (可溶)。说明黄色沉淀只能是 AgI 。

又根据 H_3PO_3 有还原性, 当加入 $AgNO_3$ 溶液后有黑色沉淀生成, 并有红棕色气体产生。发生反应的化学方程式为: $2H_3PO_3 + AgNO_3 \longrightarrow 2H_3PO_4 + Ag \downarrow + NO \uparrow, 2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

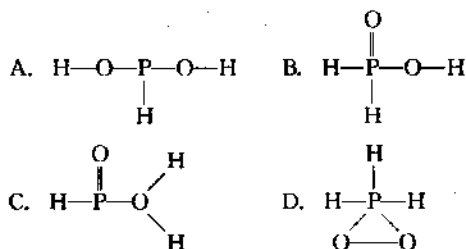
[答案] (1) C (2) C

【变式训练】已知 H_3PO_4 [



] 分子中

的 3 个 H 原子都可以跟重水 (D_2O) 分子中的 D 原子发生氢交换, 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 进行氢交换, 由此可推出 H_3PO_3 的分子结构是 ()

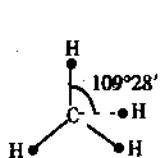


[规律 2] 白磷(P_4)分子与 CH_4 分子空间构型的异同。

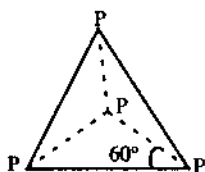
相同点: 两者的空间构型均为正四面体。

不同点: ①化学键的分布不同, P_4 分子中的 6 个 $\text{P}-\text{P}$ 键均分布在正四面体的六条棱上, 而 CH_4 分子中的 4 个 $\text{C}-\text{H}$ 键, 则由顶点指向正四面体的中心。

②键角不同, P_4 分子中的键角为 60° , 而 CH_4 分子中的键角则为 $109^\circ 28'$ 。它们的空间结构如下:

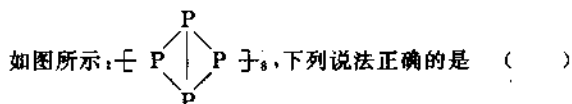


甲烷(CH_4): 正四面体
键角 $109^\circ 28'$



白磷(P_4): 正四面体
键角 60°

【典例 3】经研究发现, 有一种磷分子具有链状结构,



- A. 它与白磷、红磷互为同素异形体
 B. 分子中每个磷原子以极性键与其他三个磷原子结合
 C. 它的相对分子质量 8 倍于白磷分子的相对分子质量
 D. 它溶于水而不溶于有机溶剂

[解析] 该分子的分子式为 $(\text{P}_4)_n$, 只有 P 一种元素, 所以是磷的单质, 与白磷、红磷互为同素异形体, 选项 A、C 正确; 同种原子间形成的共价键的共用电子对不偏移, 是非极性键, 选项 B 错误; $(\text{P}_4)_n$ 分子应为非极性分子, 根据相似相溶原理, 它应该能溶于有机溶剂, 故 D 项不正确。

[答案] AC

【变式 11】红磷和白磷在一定条件下能相互转化, 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

[规律 3] 红磷向白磷转化的实验要点:

实验目的: 探究红磷是否能转化成白磷。

实验用品: 铁架台、酒精灯、长玻璃管 ($30 \text{ cm} \times 1.5 \text{ cm}$)、无孔软木塞、药匙、火柴、红磷。

实验步骤: 在长玻璃管的中部放少量红磷, 玻璃管的一端用软木塞塞紧, 另一端敞开, 先均匀加热红磷周围的玻璃管, 然后在放红磷的地方加强热, 观察发生的现象(如图)。

实验现象: 加热后, 玻璃管内有黄色蒸气产生, 并且在玻璃管内壁冷的地方有黄色固体附着。

实验结论: 红磷变成了白磷。

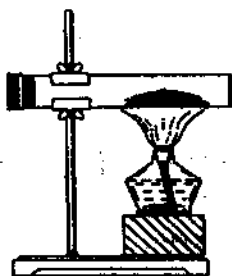
注意事项: ①玻璃管要细而长, 这样可减少管内空气, 并避免磷蒸气向空气中扩散。

②玻璃管要一端封口, 另一端敞口, 这样既可避免管内空气对流, 又能保持管内外气压平衡。

③封闭管口可用较耐热的软木塞, 也可用湿纸团, 不要用不耐热的橡胶塞, 但是, 用湿纸团时要使玻璃管以开口端高、封口端低的形式倾斜, 以防水的倒流而导致玻璃管炸裂。

④对玻璃管加热, 要先均匀加热红磷周围处来预热玻璃管及驱赶管内空气, 然后在放红磷的地方加强热, 以保证红磷尽快升华。

⑤红磷放在玻璃管的中间为宜, 太靠右易使磷蒸气外逸, 太靠左加热时易将管塞烧焦。



回忆总结

磷元素存在多种同素异形体, 它的最高氧化物 P_2O_5 是 H_3PO_4 和 HPO_3 的酸酐, 同时也是一种常用的固体干燥剂, H_3PO_4 为常见的三元中强酸, 具有高沸点性。

第3课时 氨、铵盐(一)

课 前 导 航

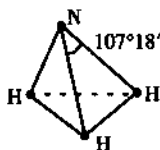
1958年,有人在美国南部雨水中发现了一定浓度的氨;另据《世界科学》杂志报道,近几年在美国和墨西哥的佐拉达牧区,人们连续收集到了氨雨,它是以铵态存在的氮转化成氨气进入大气而形成的。对于某些地区来说,短时期的氨雨是件好事,因为它既可以减轻酸雨的危害,又可以增加土壤的肥力,但从全球来看,这也是一个令生态学家担忧的问题。

知 识 精 析

一、氨

1. 氨分子(NH_3)的结构

电子式: _____
 结构式: _____
 空间构型: _____



说明:(1) NH_3 分子内存在三个N—H极性共价键
 (2) NH_3 分子是一种典型的极性分子

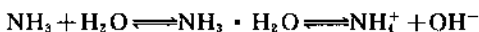
2. 氨的物理性质

氨是一种 _____ 的气体,极易溶于水(1:700),易液化,密度比空气 _____。

说明:(1)常压下将 NH_3 冷却至 -33.5°C 或常温下加压至700~800 kPa时,气态氨变为液态氨,同时放出大量热量,液态氨汽化时要吸收大量热量,所以,液氨常用做制冷剂。

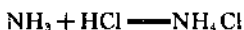
(2) NH_3 中毒时,要及时吸入新鲜空气和水蒸气,并用大量水冲洗眼睛。

3. 氨的化学性质

(1) NH_3 和 H_2O 反应

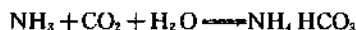
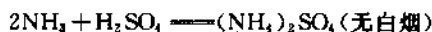
氨水呈 _____ 性,利用此性质可检验 NH_3 , NH_3 能使湿润的红色石蕊试纸变 _____。

(2)氨和酸反应

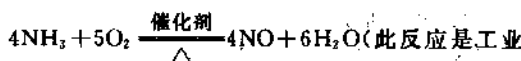


$\left. \begin{array}{l} \text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \\ \text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \end{array} \right\} \text{NH}_3 \text{遇挥发性酸时}$

产生大量白烟



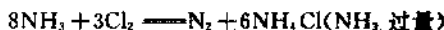
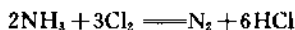
(3)和 O_2 反应



制 HNO_3 的基础)

$4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ (NH_3 在空气中不能燃烧,但在纯氧中可以燃烧)

(4) NH_3 与其他氧化剂反应

4. NH_3 的用途

(1) NH_3 是制造氮肥、铵盐、 HNO_3 及有机合成工业的重要原料

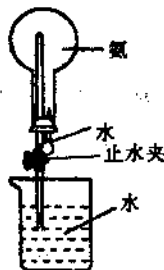
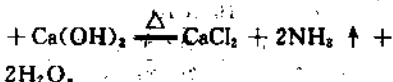
(2)作制冷剂

规 律 技 巧

【典例1】实验室制取氨气并完成

喷泉实验(图中夹持装置均已略去)。

制备 NH_3 的化学方程式为: $2\text{NH}_4\text{Cl}$



(1)收集氨气应使用 _____ 法,

要得到干燥的 NH_3 ,可选用 _____

作干燥剂。

(2)用如图所示装置进行喷泉实验,上部烧瓶已装满干燥 NH_3 ,引起水上喷的操作是 _____。

(3)若实验在标况下进行,喷泉完成后烧瓶内氨水的物质的量浓度为 _____。

【解析】实验室制取 NH_3 可用铵盐与碱反应制取,要形成喷泉,烧瓶内外应形成压力差,且瓶内压力要小于外部压力。

【答案】(1)向下排空气,碱石灰

(2)打开止水夹,挤出胶头滴管中的水

(3) $\frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

变式训练 如图所示,锥形瓶中盛有气体 X,滴管内盛有液体 Y,若挤压滴管胶头,使液体 Y 滴入瓶中,振荡,过一会可见小气球 a 鼓起,气体 X 和液体 Y 不可能是 ()

A. X 是 NH_3 , Y 是水
B. X 是 SO_2 , Y 是 NaOH 的浓溶液
C. X 是 CO_2 , Y 是 H_2SO_4
D. X 是 HCl , Y 是 NaOH 的稀溶液



[规律 1] 1. 氨水的有关问题小结

(1) 氨水的成分:三分子为 NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 H_2O 为三离子为 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+ (少),所以说氨水是多种成分的混合物。

(2) 求氨水的质量分数、物质的量浓度时,溶质是 NH_3 ;而氨水作为电解质溶液时,电解质为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 氨水显碱性, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是一元弱碱,电离方程式为: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$,但不能将 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 写成 NH_4OH 的形式。

(4) 氨水不稳定:受热、浓度越大越易分解,化学方程式为: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 氨水浓度越大,密度越小。

(6) 涉及氨水的离子方程式的书写:①作反应物时,用 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分子式表示。②作产物时,若在浓溶液中或加热条件下,应写成 NH_3 和 H_2O ,若在稀溶液中应写成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

2. 液氨和氨水的区别

	液氨	氨水
物质成分	纯净物(非电解质)	混合物
粒子种类	NH_3 分子	NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 H_2O 、 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+
主要性质	不具有碱性	具有碱的通性
存在条件	常温常压下不能存在	常温常压存在

3. 分子极性与共价键极性的关系

(1) 所有共价键都是非极性键的分子,一定是非极性分子。这样的分子有:① H_2 、 H_2 、 P_4 、 O_2 、 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 等,② He 、 Ne 、 Ar 、 Kr 、 Xe 等。

(2) 以极性键结合的双原子分子,一定是极性分子。如 HCl 、 HBr 、 CO 、 NO 等分子都是极性分子。

(3) 以极性键结合的多原子分子,可能是非极性分子,也可能是极性分子。

以极性键结合的多原子分子,究竟是极性分子还是非极性分子,这决定于分子中各键的空间排列。例如:

① CO_2 分子的形状是直线型,两个 O 原子对称地位于 C 原子的两侧,分布对称,该分子是非极性分子。

② H_2O 分子的情况不同于 CO_2 ,它的两个 O—H 键不在同一条直线上,有一个约为 104.5° 的夹角,分布不对称,该分子是极性分子。

③ NH_3 分子是三角锥形结构,分布不对称,该分子是极性分子。

[规律] 非极性分子和极性分子的判断方法

非极性分子、极性分子的判断方法:首先看键是否有极性,再看各键的空间排列情况。键无极性,分子必无极性。键有极性,各键空间排列均匀,使键的极性相互抵消,分子无极性;各键空间排列不均匀,不能使键的极性相互抵消,分子有极性。

4. 关于喷泉实验

此实验成败的关键在于:(1)烧瓶要干燥;(2)氨气要充满;(3)塞子要严密;(4)由滴管内挤入的水不要太多。这样可保证,将胶头滴管内的水挤入烧瓶后,迅速在烧瓶内形成负压,成功地出现喷泉现象。

说明:①能形成喷泉的原因是氨气的溶解度极大,当烧瓶内挤入少量水时,就溶解大量的氨气,使烧瓶内压强迅速减小,大气压将水压入烧瓶形成美丽的喷泉。

②只要气体在水中的溶解度较大,或气体与液体能剧烈反应,形成较大压强差的都能做成喷泉实验,如 HCl 、 HBr 、 HI 、 SO_2 、 CO_2 用 NaOH 溶液吸收可做喷泉实验。

③烧瓶内溶液呈红色,说明氨水呈碱性。

④常见的能发生喷泉实验的物质有:

a. 溶解度大的气体如: HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 、 NH_3 、 SO_2 , 可以和水配组做喷泉实验

b. 能与 NaOH 溶液反应的气体,如 CO_2 、 H_2S 、 Cl_2 等,可以和 NaOH 溶液配组做喷泉实验,且 NaOH 的浓度越大,效果越好。

c. $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 4 : 1$ 及 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) = 4 : 3$ 的混合气体也可以和水配组做喷泉实验。

5. 气体溶于水后(标况),溶液物质的量浓度的计算

(1) 原理: $c(\text{B}) = \frac{n(\text{B})}{V[\text{B}(\text{aq})]}$

(2) 技巧: $n(\text{B})$ 及 $V[\text{B}(\text{aq})]$ 的确定

(3) 类型:

a. HCl 、 NH_3 溶于水

特点: $V(\text{气体}) = V(\text{溶液})$

$c(\text{B}) = \frac{V(\text{气体})/22.4}{V(\text{溶液})} = \frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

b. NO_2 溶于水

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

$c(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V(\text{溶液})} = \frac{\frac{V(\text{NO}_2)}{22.4} \times \frac{2}{3}}{\frac{2}{3} \cdot V(\text{NO}_2)} =$

$\frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

c. $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 4 : 1$ 的混合气体溶于水

