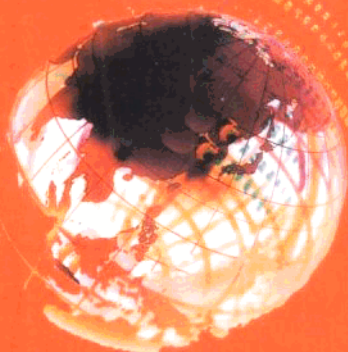


主编 洪东府



化学竞赛教程

(第三版)

九年级



华东师范大学出版社

IPDG

化学竞赛教程

(第三版)

九年级

主 编 洪东府
参 编 高 清 袁孝凤
盛颖琦 杨石松

华东师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学竞赛教程. 九年级/洪东府主编. —上海: 华东师范大学出版社, 2009. 4

ISBN 978 - 7 - 5617 - 3226 - 7

I. 化... II. 洪... III. 化学课—初中—教学参考资料 IV. G634. 83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 007177 号

化学竞赛教程

• 九年级 •

主 编 洪东府
项目编辑 储成连
审读编辑 王伟宇
封面设计 高 山
版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
电话总机 021 - 62450163 转各部门 行政传真 021 - 62572105
客服电话 021 - 62865537 (兼传真)
门市 (邮购) 电话 021 - 62869887
门市地址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 址 www.ecnupress.com.cn

印 刷 者 江苏句容市排印厂
开 本 890 × 1240 32 开
印 张 11.75
字 数 343 千字
版 次 2009 年 8 月第三版
印 次 2009 年 8 月第十次
书 号 ISBN 978 - 7 - 5617 - 3226 - 7 / G · 1685
定 价 17.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题, 请寄回本社客服中心调换或电话 021 - 62865537 联系)

前 言

“天原杯”初中化学竞赛至今已进行了十八届,已发展成为全国初中学生化学知识和实验能力竞赛。通过竞赛我们感到,在学习化学的起始年级进行化学竞赛,可以使更多初涉化学这门学科的学生参与竞赛,有利于激发出他们学习化学的兴趣。通过竞赛可发掘出一批优秀的化学爱好者,以便对他们进行重点培养,为国家输送化学化工人才作出贡献。

本教程根据竞赛大纲,分知识块安排各讲内容。每讲内容包括:本讲重点提示,典型例题分析和练习题(A级、B级各一套)。“本讲重点提示”旨在帮助学生归纳知识,形成结构,在掌握化学基础知识的同时,注意知识在广度和深度上的拓展。“典型例题分析”着重提高学生分析解决实际化学问题的能力,以培养学生良好的化学思维方法和执着的科学探究精神。练习题的设置是为了使学生能及时评价自己的学习水平;A级练习题着重基础知识和方法,B级练习题注重解题的灵活性和综合性。练习题有利于学生巩固基础知识,并进一步开发学生的潜能,使之在学习中获得新的发展。

本教程由洪东府主编。高清(第一、二、三讲)、袁孝凤(第四、五、六讲)、洪东府(第七、八、九讲)编写。参加本书修订的有高清、袁孝凤、盛颖琦和杨石松。限于我们的水平,不妥之处敬请读者批评指正。

编者

初中生课外读物

《数学奥林匹克小丛书·初中卷》（10种）

《一次方程与一次不等式》	倪斯杰 编著	10.00 元
《因式分解技巧》	单 樽 著	9.00 元
《一元二次方程》	葛 军 编著	8.00 元
《一次函数与二次函数》	李惟峰 编著	9.00 元
《数学竞赛中的应用题》	叶声扬 胡军 李建华 编著	12.00 元
《三角形：从全等到相似》	沈文选 编著	13.00 元
《四边形：从分解到组合》	沈文选 冷岗松 编著	11.00 元
《面积与面积方法》	田廷彦 编著	10.00 元
《整除、同余与不定方程》	冯志刚 著	10.00 元
《组合趣题》	周建新 编著	8.00 元

《奥数教程》（第四版）

一流奥数专家精心打造，经久不衰的奥数品牌

《奥数教程》的出版已有七八个年头了。在这个过程中，包含了作者和编辑的辛勤劳作，更多的是让我们感到欣慰。这套书，曾荣获了第十届全国教育图书展的优秀畅销书奖；香港现代教育研究社出版了该书的繁体字版和网络版，她成为香港的畅销图书之一，并因此获得了版权输出奖；据北京开卷图书市场研究所的监控销售数据，近几年《奥数教程》的销量名列同类书前茅，尤其是初一和高分册分获数学竞赛图书初中段和高中段的第一。这些成绩的取得与作者们精到的创作，广大读者的支持、呵护是分不开的。

《挑战中考压轴题》 初中数、物、化共 3 种

这是一套供初中毕业生复习迎考、研究压轴题、挑战满分的书；这是一套供初中教师继续教育学习、研究现代教育技术与中学课程整合的参考书；这是一套动态研究中考压轴题的书；这是一套以中考压轴题为载体的初中课件资源的素材库。

《多功能题典》 初中语、数、英、物、化和数学竞赛共 6 种

题典类图书的重要特征在于将学科知识以题解形式进行科学、系统的归纳整理，并给出解题思路，以提高学生解决问题和分析问题的能力。本丛书在这一基本特色的基础上，为方便读者使用，更为了提高效率，开发了多项功能，尤其是超强的检索功能。为配套本书，出版社开通了强大的网上检索功能，当你需要某种检索时，进入网站（<http://tidian.ecnupress.com.cn>）后，可以方便地从难度、题型、知识点、方法技巧等不同维度，及关键字进行组合检索，就像使用谷歌和百度一样方便。

目 录

第一讲	空气 氧	1
第二讲	分子和原子	33
第三讲	水 氢	65
第四讲	化学方程式	117
第五讲	碳和碳的化合物	155
第六讲	铁	204
第七讲	溶液	237
第八讲	酸 碱 盐	261
第九讲	初中化学素质和实验能力	286
模拟竞赛题(一)		318
模拟竞赛题(二)		329
参考答案		342

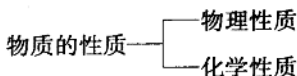
第一讲 空气 氧

本讲重点提示

1. 物质的性质和变化
2. 空气的组成
3. 氧气的性质、用途和用法
4. 燃烧与灭火
5. 几种反应类型

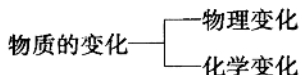
1. 物质的性质和变化

(1) 物质的性质



物理性质和化学性质的主要区别在于看是否通过化学变化才能显示出这一性质。需要通过化学变化才能显示出来的性质称为化学性质,不需要通过化学变化就能显示出来的性质是物理性质。物理性质有颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度、溶解性、导电性、传热性等,化学性质包括稳定性、酸碱性、氧化性、还原性、可燃性、跟酸碱指示剂的作用等。

(2) 物质的变化



物理变化和化学变化的根本区别在于是否有新的物质生成。通常气、液、固的状态变化,如冰融化成水、酒精挥发等以及物质形状的

变化,如将铝皮压成铝锅、木材加工成桌椅等都是物理变化。

正确区分物理性质和化学性质、物理变化和化学变化,注意物质的性质决定物质的存在形式、物质的制取、物质的用途,搞清它们之间的内在联系,同时要认识到在化学变化的过程中常伴随着物理变化。

2. 空气的组成

(1) 空气的组分

空气是组分复杂的混合物,其中气体成分有恒定的和恒量的部分,还有可变的和不定的部分。按体积计算,空气中氧气占 21%,氮气占 78%,稀有气体占 0.94%,二氧化碳占 0.03%,其他气体和杂质占 0.03%。体积分数不等于质量分数,但可以根据它们的体积分数和密度计算出氮气和氧气的质量分数,据此可以算出空气的平均式量大约为 29。

(2) 氮气和稀有气体

氮气在通常状况下是一种无色无气味的气体。在标准状况下,密度为 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,熔点为 -209.9°C ,沸点为 -195.8°C ,氮气难溶于水。常温下氮气很难跟其他物质发生反应,它既不支持燃烧,也不能供给呼吸,但在一定条件下能跟氧气、氢气、镁等发生反应,分别生成一氧化氮、氨气和氮化镁(Mg_3N_2)。

稀有气体包括氦、氖、氩、氪、氙等气体。由于它们的性质极不活泼,故又称之为惰性气体。当然,惰性气体的惰性也是相对的,至今已合成了许多种“惰性元素”化合物,如 KrF_2 (二氟化氪)、 XeF_4 (四氟化氙)等,但迄今为止,化学家都无法使氦、氖、氩参与化合反应。根据稀有气体的性质,稀有气体常用于作保护气和霓虹灯等。

(3) 臭氧

臭氧(O_3)是一种有鱼腥味的天蓝色气体。它的化学性质比氧气活泼。大气中的臭氧主要存在于高度为 15~35 km 的平流层中,形成了一层臭氧层。由于它能吸收来自太阳辐射中的紫外线,地球上的生物才得以免受伤害。同时臭氧还有清新空气、消毒饮用水等功能,但含量超过一定标准时,对人体是有害的。

(4) 空气的污染和防治

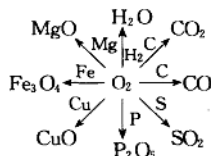
当大气中污染物的含量超过标准而使人类、动物、植物受到危害

的现象称为空气的污染。污染物可分为以下几类：① 粉尘类(如煤烟等)；② 金属尘类(如铁粉、铝粉等)；③ 湿雾类(如油雾、酸雾等)；④ 有害气体类(如二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳等)。大气污染危害人类健康和植物生长，造成酸雨、温室效应。对于不同的空气污染源，应采用不同的防治方法。如改变燃料结构、改进燃烧装置、安装除尘装置、吸收有害气体、植树造林等。

3. 氧气的性质、制法和用途

(1) 氧气的性质

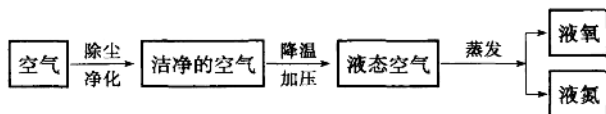
氧气在通常状况下是无色无气味的气体。标准状况下，其密度为 $1.429 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ，比空气略重，熔点为 -218.4°C ，沸点为 -182.9°C ，液态氧和固态氧均为淡蓝色。氧气难溶于水，1 L 水约能溶解 30 mL 氧气。氧气是一种性质比较活泼的气体，能跟许多物质发生化学反应，表现出较强的氧化性。在这一讲要掌握氧气跟许多金属、非金属的反应，记住反应的产物和发生的现象。碳氢化合物和碳、氢、氧组成的化合物在氧气(或空气)中充分燃烧都生成二氧化碳和水。



(2) 氧气的制法

物理方法制氧：

工业上用分离液态空气法。



化学方法制氧：

① 工业上电解水。

② 实验室中加热氯酸钾和二氧化锰的混合物。

③ 实验室中加热高锰酸钾。

④ 实验室中用二氧化锰催化过氧化氢(双氧水)分解。

从反应类型来看,以上反应都属于含氧化合物的分解反应。从反应条件来看,反应①需要通电,反应②、③要加热,反应②、④要使用催化剂。

应掌握实验室制氧的典型固体加热型的装置和操作步骤。

(3) 氧气的收集、贮存、检验和用途

收集和贮存: 实验室可用排水集气法和向上排空气法来收集氧气。少量氧气可贮放在瓶口向上的集气瓶(用毛玻璃片盖住)和氧气袋等容器中,大量的氧气加压至 1.5×10^7 Pa 贮存在天蓝色的钢瓶中。

检验: 用带火星的木条伸入集气瓶中,如木条复燃,则说明该气体是氧气。如用向上排气法收集时需验满,方法是将带火星的木条放在集气瓶口,若木条复燃,表明氧气已收满。

用途: 供给呼吸(过量吸氧可能发生氧中毒,还会促使生命的衰老。)和支持燃烧。纯氧还用于炼钢、切割或焊接金属、火箭推进剂和液氧炸药等。

(4) 催化剂

能加快化学反应速率,而它本身的化学性质和质量在反应前后保持不变,这种物质称为催化剂。催化剂只能加快化学反应速率,不能使原来不能发生的反应得以进行,也不能改变生成物的质量,生成物的质量只取决于反应物的质量。由于催化剂参加了反应,所以催化剂的有些物理性质(如状态等)往往会改变。催化剂一般具有选择性,不同的化学反应通常要选用不同的催化剂。但一个反应的催化剂可能有多种。如过氧化氢溶液分解的催化剂,除了二氧化锰外还可以用氧化铜、氧化铁等。催化剂本身的质量和化学性质在反应前后都没有改变,但不是说它没有参加反应,事实上加入催化剂后的化学反应是一个复杂的过程,如 A 物质先和催化剂反应生成一种中间物质,再由中间物质和 B 物质反应得到反应产物,而催化剂则被还原。与催化剂的作用相反,使化学反应速率减慢的物质称为抑制剂。

4 / 化学竞赛教程·九年级

4. 燃烧与灭火

(1) 燃烧

燃烧通常是指可燃物与空气中的氧气发生的一种发光发热的剧烈的氧化反应。氧化反应是燃烧的本质,发光发热是燃烧时所发生的现象。

可燃物一般可与空气中的氧气反应,因为氧气能支持燃烧。但燃烧不一定要有氧气参加,因为支持燃烧的气体不只是氧气。例如,氯气也能支持燃烧(如氢气或钠在氯气中燃烧),二氧化碳也能支持燃烧(镁带在二氧化碳中燃烧)。因此,从广义上来说,任何发光发热的剧烈的化学反应都可以称作“燃烧”。

可燃物燃烧的条件有两个:一是可燃物要与氧气接触;二是要使可燃物的温度达到燃烧时所需的着火点。燃烧的内因是物质具有可燃性,外因是上述两个条件必须同时满足,缺一不可。

燃烧时为什么有的物质会产生火焰,而有的物质只发光而没有火焰呢?关键是看可燃物的状态。当燃烧的物质是气体,或当固体先熔化再气化燃烧(如硫、磷等)、液体物质加热后气化然后燃烧(如酒精等)时就会产生火焰。固体物质燃烧时不能挥发成蒸气(如木炭、镁带、铁丝),就只能看到燃烧发光,没有火焰。



(2) 灭火

理解了燃烧的条件,就能采取合理的灭火方法:只要使可燃物燃烧的条件之一不能得到满足,火就可以被扑灭。当然,若两个条件同时都不能满足,则灭火的效果会更好。具体可采用的方法很多,要针对具体情况(如燃烧物质的性质、数量、场所等)具体分析,选用最经济、合适的方法。

(3) 缓慢氧化、自燃、爆炸

缓慢氧化是指缓慢的氧化反应;自燃是指自发的燃烧,通常是由缓慢氧化转变为剧烈氧化;爆炸通常是指在有限空间里的急速燃烧。缓慢氧化、自燃和由于物质急速燃烧引起的爆炸,其现象虽然差异很大,但它们都属于氧化反应,只是反应的剧烈程度不同而已。

缓慢氧化虽然不发光,但发热,不易被觉察,如钢铁的锈蚀、食物的腐败等。在缓慢氧化的过程中产生的热量如果不及时散发而越积越多,当达到可燃物的着火点时,就会发生自燃。如白磷的着火点只有 40°C ,所以很容易发生自燃,通常少量的白磷应存放在水中。

可燃性气体在空气中的浓度达到一定程度后,若点火,都可能发生爆炸。因此,点燃可燃性气体之前,必须检验它的纯度。可燃性粉末状物质分散在空气中点火也可能会发生爆炸,所以面粉厂需要严禁烟火。爆炸并不都是与氧气发生反应,如氯气和氢气的混合气体点燃也能发生爆炸。同时爆炸也不都是由化学反应引起的,有些爆炸仅仅是一个物理过程,例如违章操作时蒸汽锅炉发生的爆炸。

5. 几种反应类型

(1) 反应类型的分类

化学反应可以从不同的角度进行分类。例如本讲通过反应物和生成物的种类介绍了化合反应与分解反应;从得氧和失氧的角度介绍了氧化反应。还可以从其他角度进行分类,例如通过反应中热量的变化分为吸热反应和放热反应等。因此要认识到分类的多样性。

(2) 化合反应和分解反应

由两种或两种以上的物质生成另一种物质的反应叫做化合反应;由一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应叫做分解反应。可分别用式子表示: $A + B + \cdots \longrightarrow C$ $A \longrightarrow B + C + \cdots$ 。判断时只需看反应物和生成物的种类数,就能判断是化合反应还是分解反应。

(3) 氧化反应

把得氧的反应称为氧化反应。氧化反应跟前面所述的化合反应和分解反应有什么关系呢?例如,木炭在氧气中的燃烧既是化合反应,又是氧化反应;而二氧化碳跟水作用生成碳酸的反应属于化合反应,但不是氧化反应。又如碱式碳酸铜的分解反应不属于氧化反应,氯酸钾的分解反应属于氧化反应。可见化合反应或分解反应是否属氧化反应,要具体情况具体分析。

典型例题研究

【例1】 镁是银白色的固体,密度为 $1.7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,熔点为

648.8℃。工业上通过电解熔融的氯化镁得到金属镁。镁在空气中加热可以燃烧,生成白色固体粉末氧化镁。焰火中就利用了镁燃烧发出耀眼的白光。在上面叙述中,描述镁的物理性质的是_____,描述镁的化学性质的是_____。

【解题研究】 本题的关键是要区分性质、变化、制法和用途。例如,“工业上通过电解熔融的氯化镁制得金属镁”是镁的制法。又如“焰火中就利用了镁燃烧发出耀眼的白光”是指镁的用途,而不是化学性质,要根据所述的语句加以分析与区分。

【答案】 描述镁的物理性质的是“镁是银白色的固体,密度为 $1.7\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,熔点为 648.8°C ”。描述镁的化学性质的是“镁在空气中加热可以燃烧,生成白色固体粉末氧化镁”。

【例2】 点燃蜡烛,观察发生的现象。分析其中哪些是物理变化,哪些是化学变化。

【解题研究】 本题是联系生活实际的题目,对观察和分析能力有一定的要求。蜡烛的燃烧现象非常明显,它充分燃烧的主要产物是二氧化碳和水,是化学变化。另外,还可以看到蜡烛受热熔化为蜡烛油的现象,该变化只是由固态变成液态,是物理变化。经分析可知,蜡烛受热先熔化,然后再气化,气体发生燃烧,从产生的明亮的黄色火焰可得到证实。因为只有气体燃烧才可能产生飘动着的火焰,固体燃烧通常只发光而没有火焰。

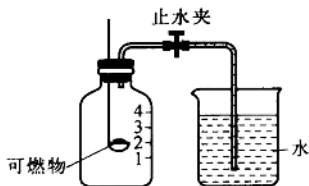
【答案】 (略)

【例3】 某同学用下图所示装置进行“验证空气中氧气体积含量”实验。操作过程如下:

(1) 将下列物质分别点燃后放入集气瓶中,观察现象。

(2) 待集气瓶冷却后打开止水夹,烧杯中的水可能会进入集气瓶,记录进水的体积。

(3) 实验记录和分析:(每一格占集气瓶体积的五分之一)通过实验记录和分析比较,该同学认



为保证“验证空气中氧气的含量”实验成功的要素是：① 装置的气密性良好。② 参加反应物质的量要充足。③ 选择的反应物只跟氧气反应。④ 反应物质只跟氧气反应后不产生气体等。请填写下表：

实验编号	燃烧物质	进入集气瓶中水的体积	猜想分析其原因
A	木炭	几乎没有	
B	少量红磷	小于1格	
C	足量红磷	等于1格	符合空气中氧气体积的含量
D	镁带	3格	

【解题研究】 本题要求分析用以上方法测定空气中氧气的体积分数可能造成误差的原因，可从原理方法、操作仪器等方面加以考虑，C实验得到了正确的测定结果，说明该实验的原理和基本方法是正确的。因此可从以下几方面考虑 A、B、D 实验出现误差的原因。

(1) 木炭燃烧，消耗了氧气，但是生成了二氧化碳，且二氧化碳气体不能完全溶于水，所以进入集气瓶中的水几乎没有。

(2) 红磷的量偏少，没有把氧气完全消耗掉，所以进入集气瓶中的水小于 $1/5$ 。如果装置气密性不好，瓶外空气进入瓶中或未冷却到室温就打开止水夹，进入集气瓶中水的量也小于 $1/5$ 。

(3) 用红磷做实验，如果进入瓶中水的体积超过 $1/5$ ，原因可能是：① 点燃红磷后，插入燃烧匙时，塞子塞得太慢，使得瓶中空气受热膨胀，部分空气逸出。② 实验开始时，没有夹或没有夹紧止水夹。

(4) 镁带不仅和 O_2 反应，还和 N_2 、 CO_2 反应，所以进入集气瓶内水的体积多一些。

【答案】 略

【例4】 下表是某城市公布的某日空气质量指标数据：

项 目	空气污染指数	空气质量级别	空气质量
总悬浮颗粒	52	II	良
二氧化硫	7		
二氧化氮	24		

下列情况对表中三个空气质量指标不会产生影响的是 ()

- A. 用柴油作燃料 B. 焚烧垃圾
C. 汽车排放的尾气 D. 用天然气作燃料

【解题研究】 柴油是从石油中提炼出来的,所以燃烧后除了水和二氧化碳以外,还有副产物氮氧化物等。

垃圾焚烧产生大量烟尘、恶臭气体,严重污染空气。

汽车排放的尾气主要含有一氧化碳、氮氧化物等。

【答案】 D

【例5】 雷利是英国物理学家,他曾用以下两种方法测定氮气的密度。

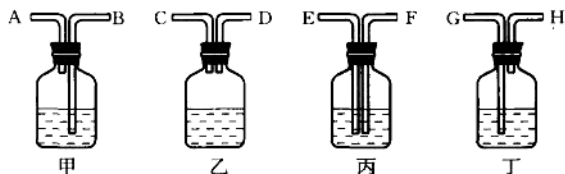
方法一: 将除去水蒸气和二氧化碳的空气通过烧红的装有铜屑的玻璃管,将空气中的氧气全部除去,测得氮气的密度为 $1.2572 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

方法二: 将氨气通过炽热的装有氧化铜的玻璃管,生成氮气和水蒸气,除去水蒸气后测得氮气密度为 $1.2508 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

回答下列问题:

- (1) 两种方法所测定的氮气密度数值不同,其原因可能是

(2) 如果要除去空气中的水蒸气(通过浓硫酸吸水)和二氧化碳(通过氢氧化钠溶液吸收二氧化碳),可供选用的装置如下:



应选用其中 _____ 和 _____ 装置, 导管口的连接为 _____ → _____ → _____ → _____, 要先通过装有 _____ 的试剂瓶。

【解题研究】 本题运用科学家通过实验来研究空气组成的实例, 要求分析实验误差的原因。方法一除去空气中氧气后, 实际上剩余的气体不仅有氮气, 还有少量的其他气体, 测得密度比方法二用化学方法制得的纯净氮气的密度略大, 说明空气中除了氮气、氧气、二氧化碳和水蒸气外, 还含有少量密度比空气大的气体。

干燥或吸收气体的装置应长进短出, 即入气管伸入瓶内液体中, 出气管仅伸入瓶口少许, 应选用甲、丁装置, 乙、丙装置无法干燥或吸收气体。同时要注意必须先通过盛有氢氧化钠溶液的试剂瓶, 然后通过盛有浓硫酸的试剂瓶。如果先通过浓硫酸干燥, 干燥的气体通过氢氧化钠溶液后又含有了水蒸气。

【答案】 (1) 空气中含少量密度比氮气大的气体, 使方法一的结果偏高 (2) 甲 丁 B → A → G → H (或 G → H → B → A) 氢氧化钠溶液

【例 6】 下列物质分别在氧气中燃烧, 都可生成无色、无味气体 (常温下) 的一组是 ()

- A. 硫粉、红磷
B. 铁丝、硫粉
C. 木炭、一氧化碳
D. 氢气、木炭

【解题研究】 本题涉及物质跟氧气的反应, 解题的关键是要了解产物的性质 (色、味、态)。

硫粉燃烧生成二氧化硫, 具有刺激性气味; 红磷燃烧生成五氧化二磷, 是白色固体; 铁丝燃烧生成四氧化三铁, 是黑色固体; 氢气燃烧生成水, 常温下是液体, 所以都不合题意。木炭和一氧化碳燃烧都生成二氧化碳, 常温下是无色无味的气体。

【答案】 C

【例 7】 南京著名的风景区珍珠泉, 水底有大量气泡冒出, 像串串珍珠, 珍珠泉因此得名。某学生推测这种气体可能是沼气。查资料得知沼气中含 60%~70% 的 CH_4 , 还含有 CO_2 、 N_2 和 CO 等。他想用实验检验珍珠泉冒出气体的组成, 设计了如图甲所示的取气方