

丛书主编：师 达

新概念

XUEKEJINGSAIWANQUANSHEJI

学科竞赛完全设计

奥赛 急先锋



高二化学

新概念

XUEKEJINGSAIWANQUANSHEJI

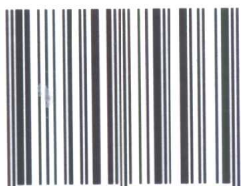
学科竞赛完全设计

奥赛 急先锋

- ◆高一数学 ◆高一化学 ◆高中计算机信息工程
- ◆高二数学 ◆高二化学 ◆高中生物
- ◆高三数学 ◆高三化学 ◆高中语文基础
- ◆高一物理 ◆高一英语 ◆高中语文阅读
- ◆高二物理 ◆高二英语 ◆高中语文写作
- ◆高三物理 ◆高三英语

责任编辑：惠 玮

ISBN 7-5007-5696-8



9 787500 756965 >

ISBN7-5007-5696-8/G·4487

定价：18.80 元

装帧设计
→ 一校

新概念学科竞赛完全设计

奥赛 急先锋



高二化学

学科主编: 刘汉文

本册主编: 靳 河 许建雄 洪田园
张新民

编 者: 许建雄 洪田园 闵 臻
张新民 柯实鹏 王艳亭
朱海波 熊慧君 杜巨奇
梅艳芳 余锦煊 胡东季
靖金平 严加法 陈年新
何兵华 褚金安 吴明芳
陈 可

中国少年儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

新概念学科竞赛完全设计手册. 高二化学 / 师达主编.

—2版. —北京: 中国少年儿童出版社, 2002.6

ISBN 7-5007-5696-8

I. 新… II. 师… 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(2002)第032173号

奥赛急先锋

高二化学



出版发行: 中国少年儿童出版社

出版人: 师达

主 编: 师 达

责任编辑: 惠 玮

责任校对: 刘 新

装帧设计: 钱 明

封面设计: 徐 枝

责任印务: 栾永生

社 址: 北京东四十二条二十一号

电 话: 010-64032266

邮政编码: 100708

咨询电话: 65956688-31

印 刷: 南京通达彩印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 850×1168 1/32

2002年6月北京第1次修订

字 数: 360千字

印 张: 16.375印张

2002年7月南京第1次印刷

印 数: 1—10000册

ISBN 7-5007-5696-8/G·4487

定 价: 18.80元

图书若有印装问题, 请随时向本社出版科退换

版权所有, 侵权必究。

前言

国际数学奥林匹克 (International Mathematical Olympiad 简称 IMO), 是一种国际性的以中学数学为内容、以中学生为参赛对象的竞赛活动。第一届国际数学奥林匹克于 1959 年夏天在罗马尼亚举行, 当时只有保加利亚、捷克、匈牙利、波兰、罗马尼亚和前苏联派代表队参赛, 竞赛活动每一年举办一次, 1980 年因故停办一次。以后每年的国际数学奥林匹克参赛国都在不断地增加, 参赛规模都在不断地扩大, 如同国际体育奥林匹克竞赛一样, 国际数学奥林匹克也已深深地扎根于广大中小学教师的心田中。

在我国奥林匹克竞赛活动始于 1956 年, 当时在著名数学大师华罗庚教授的亲自参与并指导下, 在北京举办了首次数学奥林匹克竞赛。“文革”后全国性及地区性的各级各类数学竞赛活动如雨后春笋, 深受师生的厚爱。1986 年我国首次正式派代表队参加国际奥林匹克数学竞赛, 并取得骄人的成绩。更为可喜的是, 中学生的数学学

科竞赛活动影响并带动了物理学、化学、生物学、计算机学、俄语、英语等学科的竞赛活动,在相应的国际各学科竞赛活动中,我国都取得了令世人瞩目的优异成绩,充分显示了中华民族的勤劳、智慧,也证明了改革开放后的我国基础教育在国际上是处于领先地位的。各学科竞赛活动的深入发展,也强有力地推动了课堂的学科教学,培养了大批有个性有天赋的中华学子。奥林匹克竞赛活动在40多年的历史中,形成了自己特有的人才培养模式;形成了自己特有的教材、辅导书系列;形成了一套完整的竞赛考试、评估机制。这对改变我国目前基础教育教材版本单一,人才培养模式单调,千军万马挤“普高”独木桥的状况,应该说具有很大积极意义。

奥林匹克教材及辅导图书相对于现行中学教材而言,最大的优势就在于它承认并适应学生的个体差异,在培养个人特长,开发个人潜能,造就拔尖人才方面具有独特的功能。

本书在内容编写上的主要特点有:

1、本书对近年奥林匹克竞赛活动具有集成性。这里所说的集成性含义有二:一是指书中收集到的例题、习题是近几年国内外竞赛和中高考优秀试题;二是指书中对近年奥赛解题思路、方法进行了总结归纳,具有全新的解题方略。

2、恰当处理奥赛和课内学习的关系。本书章节结构的设置既遵循奥赛的规则,同时又参照了中小学教学大纲和现行教材。从内容上讲既能保证学生在各级奥赛中取得好名次;同时又能对应课堂教学,从知识和能力的层面

上强化课内学习，帮助考生在中高考中取得优异成绩。

3、正确处理知识积累与能力培养、打好基础与研究难题的关系。知识的占有是能力形成的基础，掌握知识的速度与质量依赖于能力的发展。只有打好坚实的基础，才会具有研究难题，探究未知的能力。书中设计了一些“难题”。“难题”不同于“怪题”、“偏题”，“怪题”、“偏题”不可取。对“难题”则应下功夫研究。所谓“难题”，有两种：一种是综合性强的题，另一种是与实际联系比较密切的题。解析综合性强的题需要使用多个概念、规律，需要把学过的知识有机地联系在一起，有时还需要用到其他学科的知识进行整合。解析联系实际的题需要分析研究实际问题，从大量事实中找出事物所遵循的规律，光靠对知识的死记硬背是不行的。对于这两种“难题”，必须下功夫研究，这种不间断的研究、探究，并持之以恒，就一定会形成学科特长，就一定会在不远的将来成长为拔尖人才。

本丛书含数、理、化、语文、英语、生物学、信息学（计算机）七科，跨小学、初中、高中三个阶段，共40册。

本丛书由师达总体策划并担任丛书主编，由刘汉文、周向霖、金新担任学科主编，由北京、浙江、江苏、湖北重点中小学的特级、高级老师编写，尤其是湖北黄冈市教研室的著名老师们的加盟，更使本丛书增辉。《新概念学科竞赛与题解方略》将帮助每一位学生、家长、老师实现心目中的理想与渴望，我们衷心祝愿每一位朋友成功。

书中难免有一些缺憾，望广大师生及学生家长指正，以便再版时订正。

好学生终于有了训练本

· 本 · 书 · 特 · 色 ·

着眼于课本 落脚于奥赛

把握基础知识 培养创新能力

解题层层递进 另辟提高蹊径

好学生不能不读的训练本

目 录

第七章 氮族元素	(1)
第二十五讲 氮和磷.....	(1)
第二十六讲 氨、铵盐	(16)
第二十七讲 硝酸.....	(25)
第二十八讲 氧化还原方程式的配平.....	(35)
第二十九讲 有关化学方程式的计算.....	(46)
第八章 化学平衡	(58)
第三十讲 化学反应速率.....	(58)
第三十一讲 化学平衡.....	(71)
第三十二讲 影响化学平衡的条件.....	(81)
第三十三讲 合成氨条件的选择.....	(96)
第九章 电离平衡	(104)
第三十四讲 电离平衡.....	(104)
第三十五讲 水的电离和溶液的 pH 值	(113)
第三十六讲 盐类的水解.....	(125)
第三十七讲 酸碱中和滴定.....	(139)
第十章 几种重要的金属	(153)
第三十八讲 镁和铝.....	(153)
第三十九讲 铁和铁的化合物.....	(167)
第四十讲 金属的冶炼.....	(188)
第四十一讲 原电池原理及其应用.....	(194)
第十一章 烃	(213)
第四十二讲 甲烷.....	(213)



第四十三讲	烷烃·····	(223)
第四十四讲	乙烯 烯烃·····	(234)
第四十五讲	乙炔 炔烃·····	(249)
第四十六讲	苯、芳香烃 ·····	(261)
第四十七讲	石油 煤·····	(277)
第十二章	烃的衍生物·····	(289)
第四十八讲	卤代烃·····	(289)
第四十九讲	乙醇 醇类·····	(301)
第五十讲	有机物的分子式和结构式的确定·····	(318)
第五十一讲	苯酚·····	(330)
第五十二讲	乙醛 醛类·····	(344)
第五十三讲	羧酸 酯·····	(363)
第十三章	糖类 油脂 蛋白质·····	(380)
第五十四讲	葡萄糖 蔗糖·····	(380)
第五十五讲	淀粉 纤维素·····	(392)
第五十六讲	油脂·····	(399)
第五十七讲	蛋白质·····	(406)
第十四章	合成材料·····	(420)
第五十八讲	有机高分子化合物简介及合成材料·····	(420)
第五十九讲	新型有机高分子材料·····	(430)
参考答案与提示	·····	(438)

第七章 氮族元素

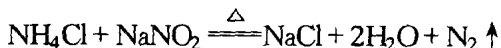
第二十五讲 氮和磷

【知识要点】

1. 单质 N_2 通常是无色无臭的气体。由于其分子中的三重键(1个 σ 键2个 π 键),所以 N_2 具有很大的稳定性, N_2 分子是已知的双原子分子中最稳定。

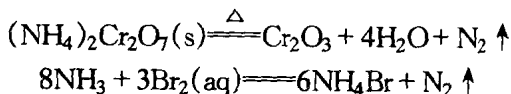
2. 高温高压并有催化剂存在的条件下, N_2 才可以和 H_2 结合成 NH_3 ; 在放电条件下, N_2 和 O_2 可以合生成 NO , 成碱金属中只有锂能与 N_2 直接化合且在常温常压下就可以反应。而碱土金属要在赤热的温度下才能和 N_2 作用, 硼和铝则要在白热的温度下才可以和 N_2 反应, 硅和其他元素的单质一般要在高于 1473K 的温度下才能和 N_2 反应。

3. 在实验室中通常用下列方法制 N_2

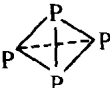


(饱和溶液)

此外还可以用

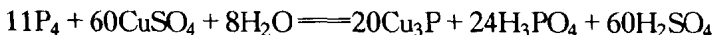
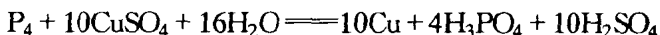


4. 磷有多种同素异形体, 其中常见的有白磷和红磷。白磷为

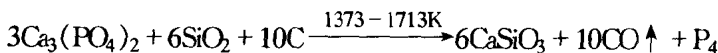
正四面体结构  化学式 P_4 、键角 60° , 剧毒, 难溶于水, 易



溶于 CS_2 等非极性溶剂。在空气中能发生缓慢氧化而自燃(着火点 40°C)。白磷可以将易被还原的金属(如 Au 、 Ag 、 Cu 、 Pb 等)从它们的盐溶液中还原出来,甚至与还原出来的金属立即反应、生成磷化物。如:



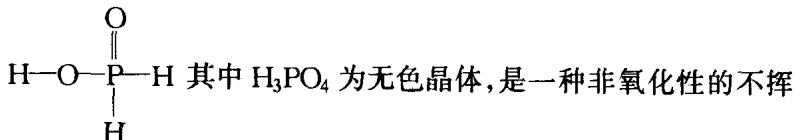
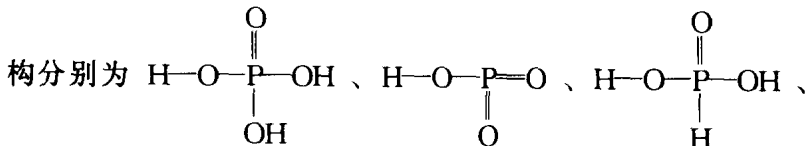
白磷可以用下列方法制取



红磷结构复杂、无毒、既难溶于水,也难溶于 CS_2 等非极性试剂、性质不如白磷活泼,在空气中也能发生极缓慢的氧化(着火点 240°C)生成磷的氧化物而潮解(少量白磷可保存在水中,红磷应密封保存)。红磷和白磷之间的转化属化学变化。

5. 磷的氧化物有 P_2O_3 (P_4O_6) 和 P_2O_5 (P_4O_{10}) 均有分子晶体,极易跟水化合(P_2O_5 是常用的酸性固体干燥剂),其中 P_2O_5 溶于冷水生成 HPO_3 剧毒,溶于热水生成 H_3PO_4 (无毒),具有酸酐的通性,它们均可看作在 P_4 中 $\text{P}-\text{P}$ 键间插入 O 原子形成的氧化物(其中 P_4O_{10} 可看作正四面体顶点的 P 再与 O 在外围结合)。

6. 磷的含氧酸主要有 H_3PO_4 、 HPO_3 、 H_3PO_3 、 H_3PO_2 等。其结



发的三元中强酸。 H_3PO_3 是二元中强酸,是一种强还原剂。 H_3PO_2 是一元中强酸,有强还原性。



7. 氮族元素包括 N、P、As、Sb、Bi 五种元素。

本族元素性质从非金属到金属的过渡比卤族、氧族表现得更为明显(N、P 非金属、As 准金属、Sb、Bi 金属)。其主要化合价有 -3 、 $+3$ 、 $+5$ 价,容易形成二元共价化合物。(N、P、As 能形成 -3 价化合物),其中 N、P、As、Sb $+5$ 价化合物稳定,而 Bi $+3$ 价化合物较稳定。该族元素气态氢化物(RH_3)中,除 NH_3 外均不稳定、最高价氧化物对应水化物可用 HRO_3 或 H_3RO_4 表示。

【典型范例】

●例 1 将 1 体积选项中的一种气体与 10 体积 O_2 混合后,依次通过盛有足量浓 NaOH 溶液的洗气瓶和盛有足量灼热铜屑的管子(假设反应都进行完全),最后得到的尾气可以是 ()

- A. Cl_2 B. CO C. CO_2 D. N_2

思路分析 按题意 1 体积气体必须是选项的,尾气也是选项中的。有可能选项中的气体经变化后得到的是另一种气体,也可能选项中的气体也是选项中的尾气。

按 A 则 Cl_2 与 NaOH 作用完全,余 O_2 与热铜反应无尾气。按 B 则 CO 与 O_2 的混合气经 NaOH 溶液未反应,到热铜屑处则 O_2 与 Cu 生成 CuO, CuO 又与 CO 反应生成 CO_2 。按 C 则 CO_2 也被 NaOH 溶液吸收, O_2 与 Cu 反应无尾气。按 D 则只在热 Cu 处 O_2 消耗尾气为 N_2 。本题应注意在灼热铜屑处的温度尚不会发生 N_2 与 O_2 的反应。

解 C、D。

●例 2 氢叠氮酸(NH_3)与醋酸酸性相近,其盐稳定,但撞击发生爆炸生成氮气。有关氢叠氮酸的叙述有:① NaN_3 的水溶液呈碱性,② HN_3 的固体属分子晶体,③ HN_3 具有较强的氧化性,④ NaN_3 可用于小汽车防撞保护气囊,其中正确的是 ()

- A. ①②③ B. ②③④ C. ①②④ D. 全对



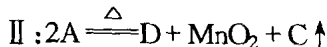
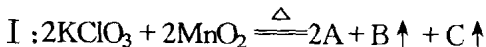
思路分析 从题干信息可知 HN_3 为一元弱酸,从结构上看, HN_3 应该具有还原性,而难体现其氧化性, NaN_3 在水中能发生盐类水解反应 $\text{NaN}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HN}_3 + \text{NaOH}$ 。其水溶液应该显碱性,当然 HN_3 如同 HCl 或 HCN 一样,也应该是由共价化合物组成的分子晶体。 $2\text{NaN}_3 \xrightarrow{\text{撞击}} 3\text{N}_2 \uparrow + 2\text{Na}$ 当小汽车受到撞击时,气囊中 NaN_3 在几秒钟之内迅速分解为气体,使囊内气体膨胀,人和方向盘立即隔开,从而防止交通事故发生。

解 C。

●例 3 (1)三磷酸钠 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ 是用 Na_2HPO_4 和 Na_2HPO_4 溶液在 632K 左右反应制得的,这一反应的化学方程式是_____。

(2)已知三硫化四磷分子中各原子间通过单键相结合,且各原子最外层均达到八个电子的稳定结构,由此推知分子中共有_____个共价键。

(3) MnO_2 对 KClO_3 的催化分解机理目前尚无肯定的解释。鉴于制得的氧气有少许氯气的气味,生成的氯化钾又略显浅紫色,有人认为反应方程如下:



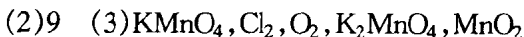
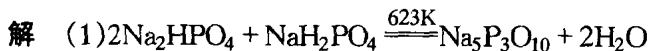
据此,可推断 A、B、C、D 的化学式分别是_____, _____, _____, _____; 反应 III 中方框中物质的化学式为_____。

思路分析 (1)磷酸酸式盐在加热时易脱水形成多磷酸盐。反应物和产物均已给出,观察法可以配平。(2)磷原子 P 最外层为 5 个电子,达到 8 电子稳定结构需要共用 3 对电子,硫原子最外层为 6 个电子,达到 8 电子稳定结构需共用 2 对电子,又知各原子



间通过单键相连,因此共有 $\frac{3 \times 4 + 2 \times 3}{2} = 9$ 个单键。

(3) 根据反应现象生成的氯化钾又略显紫色说明一定有 MnO_4^- 生成(其他的物种无此颜色),即 A 应为 KMnO_4 , B、C 其一为 Cl_2 , 另一为 O_2 , 又 B 与 D 反应生成 KCl 说明 B 为 Cl_2 。对于 II 反应, KMnO_4 受热分解生成 K_2MnO_4 、 MnO_2 和 O_2 。对于 III 反应, Cl_2 和 K_2MnO_4 加热, 反应推求方框中的物质时, 应注意到 MnO_2 的催化机理, 方框中物质必为 MnO_2 。



说明 (1) 多磷酸盐, 多硅酸盐是由磷酸酸式盐, 硅酸酸式盐脱水反应而生成。也可以是多磷酸或多硅酸与碱反应生成。(2) P_4S_3 可以认为 S 原子插在 P_4 分子中 P—P 键之间, P_4 分子中有 6 个 P—P 单键, S 插入 P—P 单键之间变成 P—S—P, 每个 S 的插入则增加一个单键, 故总有 $6 + 3 = 9$ 个单键。

●例 4 自然界里磷在磷灰石中以磷酸盐形式存在。在磷灰石中除了磷酸盐外, 还有二氧化硅和 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Si_4O^{4-} 以及 F^- 离子。我们假定磷灰石是 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 CaSO_4 、 CaF_2 、 CaCO_3 和 SiO_2 的混合物。

磷灰石要作为化肥使用时, 需要制成可溶于水的 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 为此要把磷灰石用磷酸和硫酸的混合物处理, 在此操作中, 同时还可以除去大部分杂质。

磷灰石的元素分析结果如下, 除氟以外, 其他元素的百分数均以氧化物形式表示。

	CaO	P_2O_5	SiO_2	F	SO_3	CO_2
重量 %	47.3	28.5	3.4	3.4	3.5	6.1



操作 1: 取 m_0 g 磷灰石样品, 用 50.0 mL 磷酸和硫酸的混合液 (含 $0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_3\text{PO}_4$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$) 处理, 在约 70°C 下搅拌, 注意避免温度超过 90°C , 进行完全后除水。此操作在通风柜中进行, 因为有毒气体逸出。将干燥的残余物磨细、称理得 m_1 g 残余物。在此种条件下, 只有一种磷酸盐即 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 存在, 二氧化硅和硅酸盐不反应。

操作 2: 取 1.00 g 上述残余物。在 40°C 用 50.0 mL 水处理, 然后过滤、干燥、称重得 m_2 g 残余物, 此第二种残余物主要是石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 它的溶解度可认为在 $20 \sim 50^\circ\text{C}$ 之间保持不变, 且相当于 $2.30 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(1) 请配平有关的反应式;

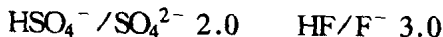
(2) 假定反应是按化学计量进行的, 试问开始需要多少磷灰石?

(3) 开始时有 m_2 g 磷灰石, 得到残余物 $m_1 = 5.49 \text{ g}$ ①理论上应该得到多少重量? ②实验结果可以用某些存在的产物来解释, 但这些存在的产物却在残余物中是找不到的。给出它们之中的两种, 在此实验条件下, 可以合理地说明这些数据。

(4) 传统上, 在工业分析上, 产率是用氧化物的百分数来表示。磷含量用 P_2O_5 表示。假定 n_2 是得到的可溶性物质; n_1 是所加酸的量; n_0 是所加磷灰石的量; 产率是 $r_{\text{exp}} = 100 \cdot \frac{n_2}{n_1 + n_0}$, 滤纸上获得的残余物 $m_3 = 0.144 \text{ g}$ 。

① 计算 r_{exp} , ② r_{exp} 超过 100%, 计算和实际产率相近的 r 的数值。

PK (K 为解商常数):





思路分析 (1)此题给出磷灰石的成分是 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 CaSO_4 、 CaF_2 、 CaCO_3 和 SiO_2 。为了用磷灰石制取 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ，需要用磷酸和硫酸的混合酸处理。此时 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 CaF_2 、 CaCO_3 均能与 H_3PO_4 和 H_2SO_4 反应。余下二者不反应。由此可以写出 6 个反应的方程式。

(2)题目给出混合酸中磷酸中和硫酸的量，要求计算出开始所需要的磷灰石的量 m_0 。只要分别计算出与 H_3PO_4 和 H_2SO_4 反应的磷灰石的质量，二者之和即为 m_0 ，但由于共涉及到 6 个反应。所以，直接计算出与题目所给量的磷酸和硫酸反应的磷灰石的量较困难，这就体现出解决问题方法的技巧性。如果先计算出 1g 磷灰石中所含的 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 CaF_2 、 CaCO_3 的量，再分别求出与它们反应的 H_3PO_4 和 H_2SO_4 的量，进而可计算出与 1g 磷灰石反应所需的 H_3PO_4 和 H_2SO_4 的量。此时，反过来就很容易求出与所给量的混合酸反应的磷灰石的质量 m_0 。

(3)要求计算出 m_0 g 磷灰石与混合酸反应后理论上应得到产物的量 m_1 。据操作 1 的实际操作过程，理论上产物的量应是反应生成的 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的量之和再加上未反应的 CaSO_4 转变成的石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、 SiO_2 和可能有的硅酸盐(根据磷灰石的成分判断，如果有硅酸盐，就是硅酸钙)的量。反应生成的 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 可以根据反应方程式计算得来，未反应的 CaSO_4 、 SiO_2 和可能产生的硅酸钙的量实质上就等于磷灰石中未反应的 CaO 的质量和磷灰石中所含的 SO_3 、 SiO_2 的量之和，由于 CaSO_4 在产物中转变为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，同时应加上结晶水的质量。

考虑到操作 1 的实验条件，上述所得的理论产量只能比实际产量 $m_1 = 5.49\text{g}$ 小。这是因为操作 1 条件下，只有水蒸气和反应产生的气体产物逸出，若实际反应未完全按化学计量进行或干燥不充分，都将导致实际产量偏大。实际上，此处的气体产物是氟化