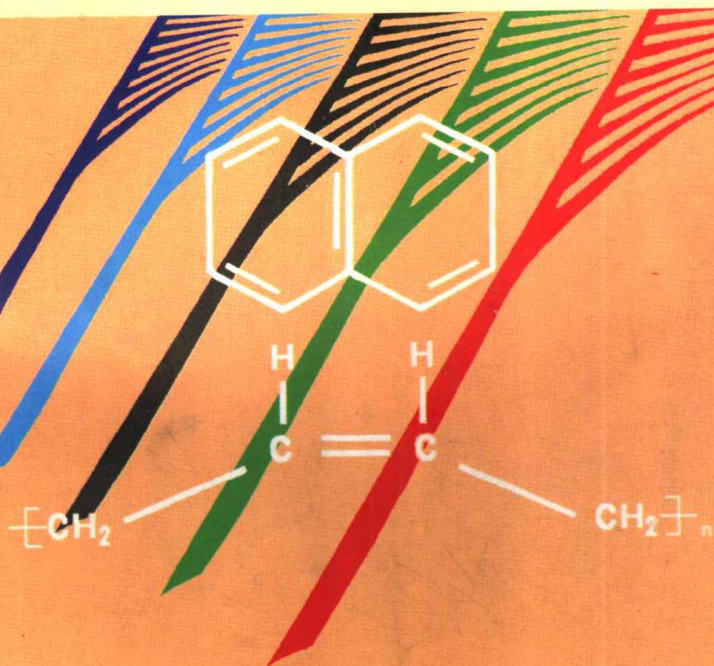




历届国际化学 奥林匹克竞赛试题分析

方维海 王佩勇 编著



学苑出版社

历届国际化学奥林匹克竞赛 试 题 分 析

方维海 王佩勇 编

学苑出版社

图书在版编目(CIP)数据

历届国际化学奥林匹克竞赛试题分析/方维海,王佩勇
编.—北京:学苑出版社,1999.4 重印
ISBN 7-5077-0612-5

I. 历… II. ①方…②王… III. 化学课_试题_分析_中学
_教学参考资料 IV. G634.86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 10680 号

学苑出版社出版 发行

社址:北京万寿路西街 11 号 邮政编码:100036

北京广内印刷厂印刷 新华书店经销

787×1092 1/32 17.875 印张 395 千字

1994 年 10 月北京第 1 版 1999 年 4 月北京第 3 次印刷

印数:15001—18000 册

定价:20.00 元

前 言

国际化学奥林匹克(Icho)竞赛到1992年为止已举行了24届,自1987年我国首次派代表参加第十九届 Icho 以来,选手们在竞赛中取得了优异的成绩。Icho 试题将化学的基本概念、基本理论、基本技能和综合分析融为一体,为有志于提高自己化学知识水平和能力的同学们提供一个在更广阔、更多样的范围内练习的机会。Icho 试题具有灵活性和技巧性,题目风格迥异,思维方式新颖,这将极大地开阔同学们的视野,使同学们有机会看到一个化学基本概念、一些化学基础知识经过思维的加工是如何的多变,而这些加工过的概念和知识,对于解决实际问题,又能发挥那么巨大的作用。如果深入钻研进去,会发现其中奥妙无穷。从而引导和增加同学们在化学方面的兴趣。

本书主要奉献给广大有志于参加各种竞赛的同学们,也可供中学化学老师参考。

全书汇编了24届 Icho 竞赛试题及解析。限于篇幅,对于理论题,主要给出了解题的分析过程及结果,略去详细推导和计算;对于实验部分,仅对实验步骤和一些注意事项加以说明,具体做法从略。

在编写本书的过程中参阅了众多文献、资料,恕不一一

列出，在此向这些资料的作者表示深深的谢意。

本书能对广大中学生朋友的化学学习有所裨益，编者也就感到快慰了。

编 者

1993年12月

国际化学奥林匹克竞赛简介

国际化学奥林匹克(Icho)是世界上规模和影响最大的中学生化学学科竞赛活动。它起源于捷克斯洛伐克。自1968年在捷克举行第一届竞赛以来,除1971年停赛一年外,每年一届,截止1992年共举行了二十四届。第一届 Icho 竞赛仅有三个国家参加,后来参赛国不断增加,现今已有50多个国家和地区参加这项活动。

一年一度的国际化学奥林匹克竞赛在学校学年完成后召开,时间一般为七月,在参赛国中的一国进行。主要组织者是东道国的教育部门、国际化学奥林匹克委员会和化学协会等。

每个国家队由四名学生组成,申请参赛的应该是非化学专科的普通中学的正规学生。有二名教师或教育工作者陪同竞赛学生,并作为竞赛的国际裁判员。主办国要准备四种译文的竞赛题:英语、法语、德语和俄语。陪赛教师把题目译成本国语言。竞赛题由主办国安排,一般由大学教授和讲师以及中学教师命题。由于各国的化学课程有所差别,在国际化学奥林匹克竞赛前几个月,主办委员应提供模拟试题。

国际化学奥林匹克竞赛分为两部分:理论和实验。竞赛一共两天,理论部分4~5小时,隔一天后再进行实验部分竞赛,约4小时。参赛者最高分100分,理论部分60分,实验部分40分。根据所得分数,通常有3~5个一等奖,较多的二等奖和三等奖。

目 录

○ 前言.....	(1)
一 国际化学奥林匹克竞赛简介.....	(3)
二 历届竞赛试题及解析.....	(1)
第一届.....	(1)
第二届.....	(5)
第三届.....	(9)
第四届.....	(15)
第五届.....	(25)
第六届.....	(36)
第七届.....	(49)
第八届.....	(63)
第九届.....	(75)
第十届.....	(96)
第十一届.....	(121)
第十二届.....	(137)
第十三届.....	(164)
第十四届.....	(180)
第十五届.....	(204)
第十六届.....	(229)

第十七届.....	(247)
第十八届.....	(263)
第十九届.....	(293)
第二十届.....	(302)
第二十一届.....	(332)
第二十二届.....	(344)
第二十三届.....	(379)
第二十四届.....	(401)
第二十五届(1993 年于意大利佩鲁佳)	(427)
第二十六届(1994 年于挪威奥斯陆)	(443)
第二十七届(1995 年于中国北京)	(478)
第二十八届(1996 年于俄罗斯)	(505)
第二十九届(1997 年于加拿大蒙特利尔)	(543)

第 一 届

(1968 年于捷克)

第 一 题

在一个密封的烧瓶内装有氢气和氯气的混合物，在恒定温度下用散射光照射。经过一段时间后，氯气的含量比原起始混合物中的含量减少了 20%，终了时混合物的体积百分组成如下：60%的氯气，10%的氢气以及 30%的氯化氢。

〔问题〕

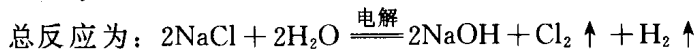
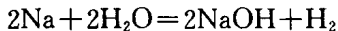
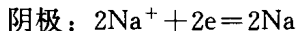
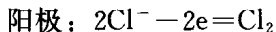
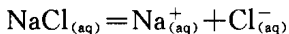
1. 起始气体混合物的组成？
2. 氯气、氢气和氯化氢是怎样产生的？

〔解析〕

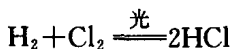
1. 根据反应方程式： $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ ，30 体积的氯化氢应由 15 体积的氢气和 15 体积的氯气反应生成，因而起始按需分配混合物的组成应为：

Cl_2 : 75%； H_2 : 25%。

2. 氢气和氯气可用电解食盐水溶液来制取：



氯化氢是由氢气与氯气反应生成的：



第 二 题

写出下列反应的方程式：

1. 在碱性溶液 (KOH) 中用溴氧化三氯化铬。
2. 在酸性溶液 (H_2SO_4) 中用高锰酸钾氧化亚硝酸钾。
3. 在冷的反应混合物中氯气与石灰乳 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 相作用。

〔解析〕

1. $2\text{CrCl}_3 + 3\text{Br}_2 + 16\text{KOH} = 2\text{K}_3\text{CrO}_4 + 6\text{KBr} + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$
2. $5\text{KNO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{KNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Cl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

第 三 题

从鼓风炉中逸出的气体体积百分组成为：12.0%的 CO_2 ；28.0%的 CO ；3.0%的 H_2 ；0.6%的 CH_4 ；0.2%的 C_2H_4 ；56.2%的 N_2 。

〔问题〕

1. 空气中氧气的体积约占 20%，设此气体与空气处于同一温度下，计算燃烧 200m^3 上述气体时，理论上需要消耗多少空气 (m^3)。

2. 若此气体在过量 20% 的空气中燃烧, 请测算燃烧产物的组成。

〔解析〕

1. 根据反应的方程式, 求算消耗 O_2 的量:

	O_2
$2CO + O_2 = 2CO_2$	14
$2H_2 + O_2 = 2H_2O$	1.5
$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$	1.2
$C_2H_2 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$	0.6

$$(14 + 1.5 + 1.2 + 0.6) \div 20\% = 86.5$$

200m³ 的气体需: $86.5 \times 2 = 173m^3$ 的空气。

2. 空气过量 20%: $173 (1 + 20\%) = 207.6m^3$ 空气

取 100m³ 气体, 需空气中的氧气和氮气:

$$207.6 \div 2 \times 20\% = 20.76 \text{ 份}; \quad 20.76 \times 4 = 83.04 \text{ 份}$$

反应平衡时有:

CO_2	H_2O	N_2	O_2
12.0			
28.0	3.0		
0.6	1.2	56.2	20.76
<u>+0.4</u>	<u>+0.4</u>	<u>+83.04</u>	<u>-17.30</u>
41.0	4.6	139.24	3.46

反应后总体积为： $41.0 + 4.6 + 139.24 + 3.46 = 188.30$

反应产物的组成为： CO_2 : 21.77%; H_2O : 2.44%

N_2 : 73.95%; O_2 : 1.84%

第 四 题

中和 0.19 克有机酸需用 0.1N 氢氧化钠 31.7cm^3 ，该有机酸的蒸气密度为氢气密度的 30 倍。

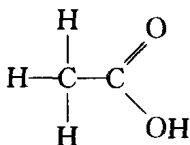
〔问题〕

写出这种酸的名称及结构式（这种酸是一种普通的有机酸）。

〔解析〕

根据理想气体公式得：

$\rho_1/\rho_2 = M_1/M_2$ 算得未知酸的分子量为 60。另外， $0.1 \times 0.0317 = \frac{0.19}{60} \times n$ （一元酸 n 取 1；二元酸 n 取 2，...） $n=1$ ，该未知酸为一元酸其摩尔质量为 $60\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，这个酸是醋酸，结构式为：



第 二 届

(1969 年于波兰)

第 一 题

取 20g 硫酸钾溶于 150cm^3 水中,然后将这个溶液进行电解。电解后,溶液中硫酸钾的量为 15%。

〔问题〕

在温度为 20°C 和压力为 101325Pa 时得到的氢气和氧气的体积为多少?

〔解析〕

在电解时,仅仅水发生反应,硫酸钾在电解液中总量保持不变。

溶液中水的量: 电解前为 150g (设 $\rho=1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

电解后为 113.3g ($20\div 15\%-20$)

被电解的水的量: 36.7g 等于 2.04mol 。

得到氢气和氧气分别为: 49dm^3 和 24.5dm^3 。

$(2.04\times 3.314\times 293.15/1001325\approx 0.049\text{m}^3=49\text{dm}^3)$

第 二 题

化合物 A, 含钾 38.5%, 含氮 13.85%, 含氧 47.48%, 加热后, 它转化为化合物 B, 含钾 45.85%, 含氮 16.4%, 含

氧 37.66%。

〔问题〕:

两个化合物的分子式是什么? 写出相应的化学反应式。

〔解析〕

化合物 A: $K_xN_yO_z$; 化合物 B: $K_pN_qO_r$

$$x : y : z = \frac{38.67}{39.1} : \frac{13.85}{14} : \frac{47.48}{16} = 1 : 1 : 3$$

$$p : q : r = \frac{45.85}{39.1} : \frac{16.47}{14} : \frac{37.66}{16} = 1 : 1 : 2$$

则: A 为 KNO_3 , B 为 KNO_2



第 三 题

取 10cm^3 未知气态烃与 70cm^3 的氧气混合, 并用电火花使这个混合物燃烧。反应后水蒸气被液化, 最后气体体积减少到 65cm^3 。再使这混合物与氢氧化钾溶液反应, 气体体积降到 45cm^3 。

〔问题〕

若气体体积是在标准温度和压力 (STP) 状态下测定的, 未知烃的分子式是什么?

〔解析〕

未知烃的通式: C_xH_y 。

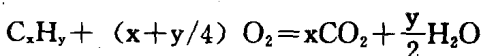
未知烃的量: $n = 0.010/22.4 = 1/2240$ (mol)

氧气的量: 反应前 $70 \times 10^{-3}/22.4 = 7/2240$ (mol)

反应后 $45 \times 10^{-3}/22.4 = 4.5/2240$ (mol)

反应消耗 $2.5/2240$ (mol)

根据应方程式:



$$\begin{aligned} \text{二氧化碳生成的量: } (65-45) \times 10^{-3} / 22.4 \\ = 2/2240 \text{ (mol)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水的生成量: } 2 \times (2.5/2240 - 2/2240) = 1/2240 \\ \text{(mol)} \end{aligned}$$

$$x : y = 2/2240 : 2 \times 1/2240 = 1 : 1$$

由此可得未知烃的通式为 C_nH_n , 但只有 C_2H_2 满足于试题中给的条件, 即未知烃是乙炔。

第四题

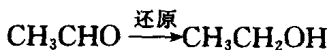
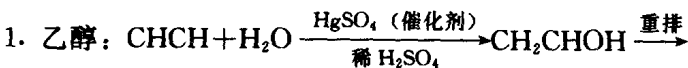
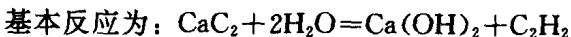
碳化钙与水反应是生产下列产品的基本原料:

1. 乙醇; 2. 醋酸; 3. 乙烯和聚乙烯; 4. 氯乙烯; 5. 苯。

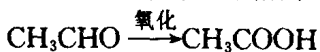
[问题]

写出得到上述各化合物的每个反应方程式。

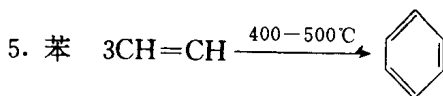
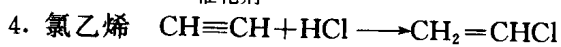
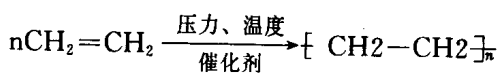
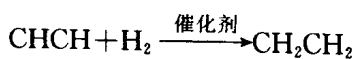
[解析]



2. 醋酸: 与制乙醇相同, 首先制得乙醛



3. 乙烯、聚乙烯



第三屆

(1970 年于匈牙利)

第一題

取 23 克气体(在标准状态下密度 $\rho = 2.05 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$) 燃烧时得到 44 克二氧化碳和 27 克水。

〔问题〕

该气体化合物的结构式是什么?

〔解析〕

设未知气体为 x , 根据理想气体定律:

$$M_x = \frac{\rho_x RT}{P} = 46 \text{ (g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$n_x = \frac{23 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g} / 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}} = 1 \text{ mol} \quad \text{所以} \quad m_{\text{C}} = 12 \text{ g}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 27 \text{ g} / 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = 1.5 \text{ mol} \times 2 = 3 \text{ mol. 所以 } m_{\text{H}} = 3 \text{ g}$$

$$m_{\text{C}} + m_{\text{H}} = 12 \text{ g} + 3 \text{ g} = 15 \text{ g} < 23 \text{ g}$$

所以该化合物中还含有氧。

$$m_{\text{O}} = 23 - 15 = 8 \text{ (g)}, \quad n_{\text{O}} = 0.5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}} : n_{\text{H}} : n_{\text{O}} = 1 : 3 : 0.5 = 2 : 6 : 1$$