

上海市重点中学

# 高考能力导引

## 化 学

(最新版)

主 编：胡立德

分册主编：张鉴周

上海人民出版社

## 上海市重点中学

### 《高考能力导引》编委名单

主 编 编：胡立德(晋元高级中学)

编 委：(以姓氏笔画为序)

|              |              |
|--------------|--------------|
| 卫宗德(嘉定一中)    | 王乐昌(华东师大二附中) |
| 王静华(南洋模范中学)  | 邓英超(七宝中学)    |
| 宁冠群(进才中学)    | 孙海杰(育才中学)    |
| 吴朝锋(复兴高级中学)  | 吴玉鑫(延安中学)    |
| 陈灿元(新中高级中学)  | 周 臻(晋元高级中学)  |
| 钟立新(华东师大一附中) | 徐明苏(杨浦高级中学)  |
| 曹国辉(青浦高级中学)  |              |

化学分册主编：张鉴周

化学分册编委：(以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王乐群 | 贝品江 | 汤贵华 | 忻皓明 | 李振华 |
| 李谭桂 | 尚 瑶 | 郭荣球 | 童大基 | 谢瑞华 |
| 戴珊玲 | 谭晓童 | 郭雯晶 | 潘玮阳 | 焦诚然 |

化学分册审定：杜淑贤(特级教师) 晋元高级中学

# 编写说明

《上海市重点中学高考能力导引》丛书出版后,获得了良好的反响。为充实丛书内容,更好地服务于 2002 年的高考,我们对本书进行了适当的充实。

高考能力是报考高校的高中生必须具备的能力之一,培养学生的高考能力也是学校素质教育的基本任务之一。本着这样的信念,我们组织上海市重点中学的部分资深教师编写了这套丛书,并请特级教师予以审定。

丛书分《语文》、《数学》、《英语》、《物理》、《化学》五个分册,均由四部分组成。

## 第一部分:高考分析 能力导引

高考能力导引的第一步就是分析考题,培养考生解答考题的能力。高考能力有多种多样的形式和丰富多彩的内容,高考能力分析就是依照课程标准和高考要求,通过具体的例题,从形式和内容两方面对高考进行能力方面的分析,引导考生了解高考需要哪些能力,明确高考能力目标。

## 第二部分:专题复习 分项突破

分专题研究高考,集中精力分项突破难点,是行之有效的复习方法,这里所列的专题都是依据课程标准而设计的,着眼于重点和难点,题量适当。

## 第三部分:模拟试题 能力检测

10 套左右模拟试题,是从各重点中学精选出来的。每套模拟试题参照往年,特别是 2001 年高考试题的题型和题量,并通过例题对高考的发展趋势作出一定的预测,因此,模拟试题具有很强的实战性,考生通过模拟试题可以检测自己的实际高考能力,从而及时总结经验,找出不足,做好充分的准备去迎接挑战。

## 第四部分:试题答案 思路导引

答案部分有思路的导引作用。也就是说,答案既让学生懂得是这样,也让学生懂得为什么是这样,既有思路的说明,又有能力的分析,稍微复杂一点的选择题答案也有简单的说明,以引导和帮助学生切实提高分析问题和解决问题的能力。拥有本丛书,就像有了一位不知疲倦的好老师陪伴在身旁一样,可以为复习备考的高中生节约宝贵的时间。

明确高考能力目标,有答题思路和能力导引是本丛书的主要特色。

主 编

2001 年 11 月

## 目 录

|                                                 |        |
|-------------------------------------------------|--------|
| 第一部分 高考分析 能力导引 .....                            | ( 1 )  |
| 一、立足课本,重视基础知识、基本技能的理解、掌握和运用,不断提高思维<br>能力 .....  | ( 1 )  |
| 二、注重自主学习,形成自学习惯,提高信息处理能力 .....                  | ( 4 )  |
| 三、做好化学实验,注重理论联系实际,确立研究性学习意识,全方位提高实践<br>能力 ..... | ( 6 )  |
| 四、培养逻辑思维能力,不断提高综合计算技能 .....                     | ( 8 )  |
| 第二部分 专题复习 分项突破 .....                            | ( 13 ) |
| 一、物质的变化、组成、分类 .....                             | (13)   |
| 二、阿伏加德罗常数 .....                                 | (16)   |
| 三、分散系、胶体 .....                                  | (20)   |
| 四、原子核与原子结构 .....                                | (24)   |
| 五、元素周期律与元素周期表 .....                             | (27)   |
| 六、化学键与晶体结构 .....                                | (31)   |
| 七、化学反应速率和化学平衡 .....                             | (36)   |
| 八、强弱电解质 .....                                   | (42)   |
| 九、电离度 .....                                     | (45)   |
| 十、物质的离子浓度大小与有关量的关系 .....                        | (47)   |
| 十一、盐类水解 .....                                   | (51)   |
| 十二、电解质溶液混合后 pH 的计算 .....                        | (54)   |
| 十三、电化学 .....                                    | (57)   |
| 十四、卤族元素 .....                                   | (62)   |
| 十五、氧族元素 .....                                   | (65)   |
| 十六、碱金属元素 .....                                  | (69)   |
| 十七、镁、铝 .....                                    | (72)   |
| 十八、铁 过渡元素 .....                                 | (76)   |
| 十九、同系物、命名及同分异构体 .....                           | (78)   |
| 二十、有机物燃烧规律 .....                                | (80)   |
| 二十一、有机合成 .....                                  | (83)   |

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| 二十二、差值法 .....                    | ( 86 )  |
| 二十三、过量(讨论) .....                 | ( 88 )  |
| 二十四、物质的量递推 .....                 | ( 89 )  |
| 二十五、信息迁移法 .....                  | ( 92 )  |
| 二十六、守恒法 .....                    | ( 92 )  |
| 二十七、判断法 .....                    | ( 94 )  |
| 二十八、天平平衡问题计算 .....               | ( 97 )  |
| 二十九、范围与讨论 .....                  | ( 98 )  |
| 三十、仪器的使用和药品的存放 .....             | (101)   |
| 三十一、气体的实验室制法,除杂,干燥,收集和尾气处理 ..... | (105)   |
| 三十二、物质的分离和提纯 .....               | (110)   |
| 三十三、物质鉴别和鉴定 .....                | (115)   |
| 三十四、定量实验,酸碱中和滴定及误差分析 .....       | (120)   |
| 第三部分 模拟试题 能力检测 .....             | ( 125 ) |
| 高考模拟试卷(一) .....                  | (125)   |
| 高考模拟试卷(二) .....                  | (132)   |
| 高考模拟试卷(三) .....                  | (140)   |
| 高考模拟试卷(四) .....                  | (148)   |
| 高考模拟试卷(五) .....                  | (156)   |
| 高考模拟试卷(六) .....                  | (164)   |
| 高考模拟试卷(七) .....                  | (172)   |
| 高考模拟试卷(八) .....                  | (179)   |
| 第四部分 试题答案 思路导引 .....             | ( 186 ) |

# 第一部分 高考分析 能力导引

高考命题的指导思想是既要有利高校选拔新生,又要为实施素质教育,深化中学教育改革,培养学生创新精神和实践能力起推动作用。研读上海历年高考试题,我们认为上海教育考试院命题组老师遵循这一指导思想,以《考试说明》《课程标准》为依据,但又不完全拘泥于它,立足基础知识、基本技能,特别注重能力和素质的考查,体现了学科素质教育对考试的要求。特别近两年的试题有以下几方面显明的特点(1)保持稳定,稳中求质,难度略降。题量从1998年的35题减为2001年的31题,最后压轴题难度下降,设置坡度、解有思路。因此,广大同学有较宽余的时间从容答题完成全卷。这完全符合减轻过重学业负担的精神,是“减负”的明确导向。(2)试题已从知识立意转向能力立意。全卷无超纲,却有一定的能力要求,突出体现在学生掌握课本知识的基础上,考查阅读理解、信息加工、演绎推理、分析表达及解决问题的能力。这对抑制“题海”,促进教改有十分明确的指向作用。(3)不少试题设计联系生产科研、环保健康、高新技术等实际,重视应用,创设了良好的试题情境(据统计编制有情境的试题2000年占39.4%,2001年占42%),可为“构思新颖、起点较高、题解不难”。如2000年试题有氢能源制取的选择、源水处理的化学反应;2001年有天然气合成氨、燃油降凝剂的合成等都是容易分析的题目。(4)为配合上海二期“课改”中“研究性课程”的开设,2001年试卷中出现了“研究性”试题(如第26题),让学生分析评价、探索研究、发挥创意。

在明确命题指导思想,找准命题的一般规律和导向的基点上,本文试图通过2000年、2001年两年高考上海化学卷试题的讨论,共同探求化学学科的复习方法,以取得“事半功倍”的学习效率,愿同学们都能走向成功。

## 一、立足课本,重视基础知识、基本技能的理解、掌握和运用,不断提高思维能力

纵观两年的化学试卷,考点涉及有物质结构、元素周期律、氧化还原反应、化学反应速度与化学平衡,电解质溶液、胶体、离子反应和水的电离平衡及移动,元素及其化合物知识,有机化合物的结构性质,实验基本操作和实验过程的分析、探索、评价,化学计算及其讨论等。内容全面、知识覆盖面广,然而试题的要求不尽相同,有的是识记、有的是理解和应用,有一定的能力要求。举例如下。

2001年第8、9、22三题:

8. 下列关于天然气水合物中两种分子极性的描述正确的是 ( )。

- (A) 两种都是极性分子 (B) 两种都是非极性分子  
(C)  $\text{CH}_4$  是极性分子,  $\text{H}_2\text{O}$  是非极性分子 (D)  $\text{H}_2\text{O}$  是极性分子,  $\text{CH}_4$  是非极性分子

9. 若晶体中每 8 个笼只有 6 个容纳了  $\text{CH}_4$  分子, 另外 2 个笼被游离  $\text{H}_2\text{O}$  分子填充, 则天然气水合物的平均组成可表示为 ( )。

- (A)  $\text{CH}_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$  (B)  $\text{CH}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$   
(C)  $\text{CH}_4 \cdot 7\frac{2}{3}\text{H}_2\text{O}$  (D)  $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

评析: 这两题设计了资源情景, 可谓“起点高, 落点低”。第 8 题完全是课本上的基本概念题, 第 9 题是阅读理解后的简单推算:  $n(\text{CH}_4):n(\text{H}_2\text{O})=6:(46+2)$ , 则天然气的平均分子组成是  $\text{CH}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 。

22.  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  经多步裂化, 最后完全转化为  $\text{C}_4\text{H}_8$ 、 $\text{C}_3\text{H}_6$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ 、 $\text{CH}_4$  五种气体的混合物。该混合物的平均相对分子质量可能是 ( )。

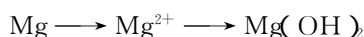
- (A) 28 (B) 30 (C) 38 (D) 40

评析: 本题看似简单, 但有一定的思维深度。学生要在推出裂化的可能产物后, 才能作出全面的判断。 $1\text{ mol C}_8\text{H}_{18}$  可完全裂化为  $3\text{ mol}$  气体, 如  $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_3\text{H}_6$ 、 $\text{C}_4\text{H}_8$ ;  $\text{C}_2\text{H}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6$ 、 $\text{C}_4\text{H}_8$ 。但  $1\text{ mol C}_8\text{H}_{18}$  也会裂化成  $4\text{ mol}$  气体, 如  $2\text{C}_2\text{H}_4$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_3\text{H}_6$  等, 因此  $1\text{ mol C}_8\text{H}_{18}$  裂化后气体产物物质的量在  $3\text{ mol} \sim 4\text{ mol}$  之间, 即可推算出平均相对分子质量为  $114/4(28.5) \sim 114/3(38)$  之间, 答案为 B、C。

2000 年第 23 题: 铜和镁的合金  $4.6\text{ g}$  完全溶于浓硝酸, 若反应中硝酸被还原只产生  $4480\text{ mL}$  的  $\text{NO}_2$  气体和  $336\text{ mL}$  的  $\text{N}_2\text{O}_4$  气体(都已折算到标准状况), 在反应后的溶液中加入足量的氢氧化钠溶液, 生成沉淀的质量为 ( )。

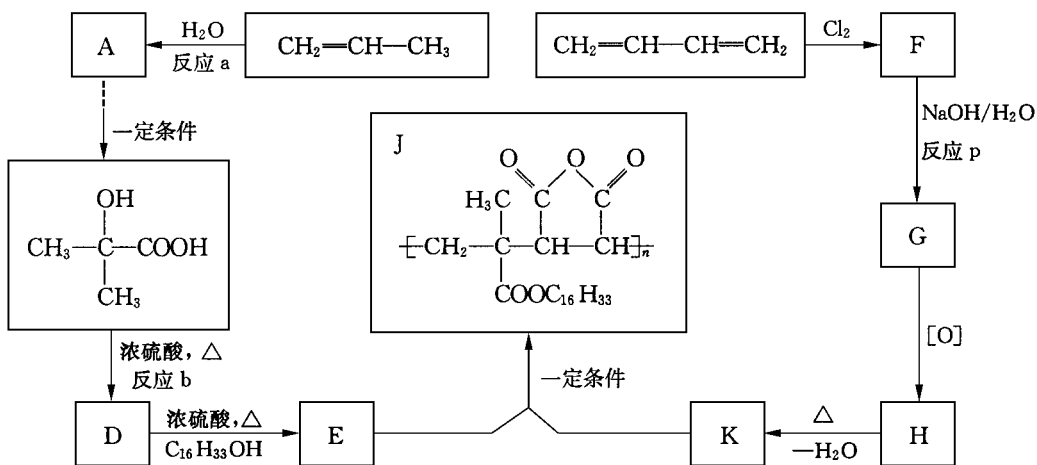
- (A)  $9.02\text{ g}$  (B)  $8.51\text{ g}$  (C)  $8.26\text{ g}$  (D)  $7.04\text{ g}$

评析: 本题的知识点是氧化还原, 解题的基础是根据氧化还原反应中得失电子总数相等原则, 硝酸被还原得电子物质的量为:  $\frac{4.48}{22.4} + \left(\frac{0.336}{22.4}\right) \times 2 = 0.23(\text{mol})$ , 应等于铜、镁失去电子物质的量。又根据



可得出生成沉淀的物质的量为  $\left(\frac{0.23}{2}\right)\text{mol}$ , 则沉淀的质量可为原合金质量与相应氢氧根离子质量之和, 即为  $4.6 + \left(\frac{0.23}{2}\right) \times 2 \times 17 = 4.6 + 0.23 \times 17 = 8.51(\text{g})$  (也可理解为硝酸得电子物质的量, 即为形成沉淀时增加的  $\text{OH}^-$  物质的量)。如果按常规思路用铜、镁分别与硝酸反应求出两种金属物质的量, 再求沉淀质量显得很烦琐。由此可见, 同学们在平时的学习过程中要通过训练, 破思维定势, 注重能力的培养, 日积月累, 必能提高思维的深度。

2001 年第 29 题 :为扩大现有资源的使用效率 ,在一些油品中加入降凝剂(J) ,以降低其凝固点 ,扩大燃料油品的使用范围。J 是一种高分子聚合物 ,它的合成路线可以设计如下 ,其中 A 的氧化产物不发生银镜反应。



试写出：

- (1) 反应类型 :a \_\_\_\_\_ , b \_\_\_\_\_ , p \_\_\_\_\_。
- (2) 结构简式 :F \_\_\_\_\_ , H \_\_\_\_\_。
- (3) 化学方程式 :D  $\longrightarrow$  E \_\_\_\_\_ ;  
E + K  $\longrightarrow$  J \_\_\_\_\_。

评析:本题是有机合成题 ,初看好像比较复杂 ,但只要仔细观察反应的过程与各有机物的结构 ,运用有机化学中的基本反应(加成、水解、酯化、聚合、氧化等)知识 ,此类题便能迎刃而解。

三个反应均属有机化合物的基本反应类型 :加成、消去、水解(或取代)。F 的结构为 CH<sub>2</sub>=CH-CH=CH<sub>2</sub> 与 Cl<sub>2</sub> 的加成产物 :  

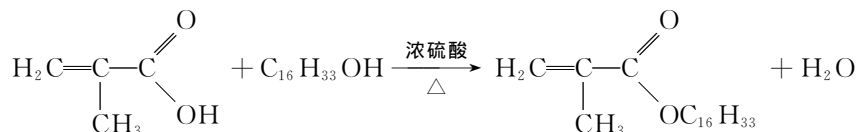
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \\ | \qquad \qquad | \\ \text{Cl} \qquad \qquad \text{Cl} \end{array}$$

即可推出 H 为 G 的氧化产物 :  

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \\ | \qquad \qquad | \\ \text{OH} \qquad \qquad \text{OH} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ || \qquad \qquad || \\ \text{HO} - \text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$$

D  $\longrightarrow$  E 的反应是  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{C}}}(\text{OH}) - \text{COOH}$  ,消去后的酸  $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{COOH}$  与醇(C<sub>16</sub>H<sub>33</sub>COOH)

发生酯化反应：

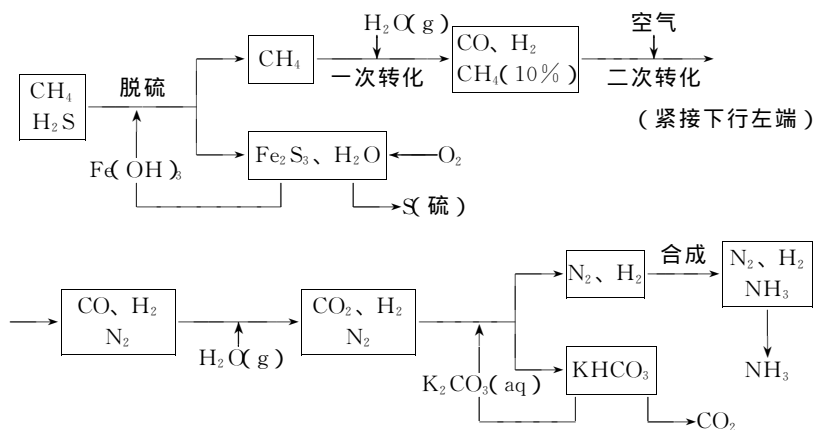




的曲线,处理转换信息,得出结论,并用文字表述出来。

从同主族各元素的  $E$  变化(如 3、9、11、19;9、17;8、16……等)不难得出  $E$  值变化的特点是随原子序数的增大而变小。再观察与分析 3~10、11~18 两个周期各元素  $E$  的变化曲线,各周期中  $E$  值均由小到大(其中有两个反常均在两个周期的同主族中),由此可得出  $E$  值的变化体现了元素性质的周期性变化规律。根据第二、三周期 7、8、9 号和 15、16、17 号元素的  $E$  值变化规律,与第四周期的各相对应与前两周期的同主族元素砷、硒、溴的  $E$  值大小,且  $E(\text{砷}) > E(\text{硒})$ ,  $E(\text{溴}) > E(\text{硒})$ 。从坐标提供的信息分析,用主族  $E$  的变化趋势可得出第二主族元素  $E(\text{铍}) > E(\text{镁}) > E(\text{钙})$ ,从同周期各元素  $E$  的变化趋势可得出  $E(\text{钙}) > E(\text{钾})$ ,所以  $E(\text{镁}) > E(\text{钙}) > E(\text{钾})$ ,即  $E_{738} > E_{\text{钙}} > E_{419}$ 。

2001 年 27 题:利用天然气合成氨的工艺流程示意如下:



依据上述流程,完成下列填空。

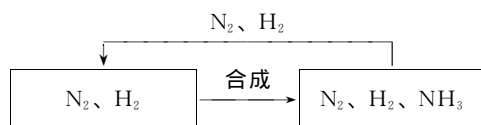
- (1) 天然气脱硫时的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (2)  $n$  mol  $\text{CH}_4$  经一次转化后生成  $\text{CO}$  0.9  $n$  mol、产生  $\text{H}_2$  \_\_\_\_\_ mol(用含  $n$  的代数式表示)。
- (3)  $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  和  $\text{CO}_2$  在加压下反应,加压的理论依据是\_\_\_\_\_ (多选扣分)。  
(a) 相似相溶原理 (b) 勒沙特列原理 (c) 酸碱中和原理
- (4) 由  $\text{KHCO}_3$  分解得到的  $\text{CO}_2$  可以用于\_\_\_\_\_。  
(写出  $\text{CO}_2$  的一种重要用途)。

(5) 整个流程有三处循环,一是  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  循环,二是  $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  循环,请在上述流程图中标出第三处循环(循环方向、循环物质)。

评析:本题是一道利用天然气合成氨的工艺流程讨论题。该题联系生产实际,同学们可根据提供的转化信息和必要的条件,运用已有的化学理论知识,通过分析、推理求解。

- (1) 天然气脱硫是酸与碱的中和反应:  $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
- (2) 根据  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$  反应,产生  $\text{H}_2$  2.7  $n$  mol。
- (3)(4) 略

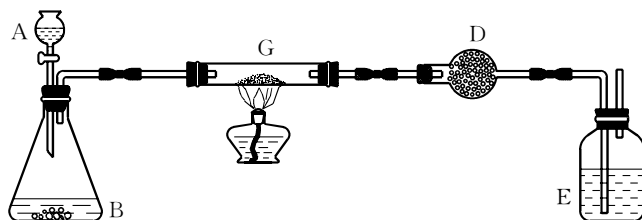
(5) 合成氨反应中,氮气与氢气的循环利用,是化工生产中的重要生产原则,同学们应易分析推出。



以上信息题是对学生综合能力的考核,同学们如何提高获取信息、处理信息、解决问题的能力呢?关键在平时,笔者认为要开展自主学习,充分发挥主体精神,课前做好预习,培养自学习惯,不断提高发现问题和研究问题的能力,同时提高阅读分析能力。课内要变被动接受为主动探索,开展积极思维,尽力发挥创新精神,即使是课本中的图和表也应主动地去找特点、规律,并从理论的高度去思考。课后要学会整理、归纳、综合知识和训练解题的思路。课外通过阅读等方面尽力获取一些科技信息,并注意学科发展动态,以开阔视野,提高学习能力。

### 三、做好化学实验,注重理论联系实际,确立研究性学习意识,全方位提高实践能力

化学是以实验为基础的自然学科,对实验技能的考查是衡量学生的分析、解决问题的能力,和探索、创新的能力的重要手段。因此,高考题中实验题总是占一定的比重。纵观数年高考考点,大致有基本操作,物质的鉴别、鉴定、提纯、分离,实验设计,实验评价等。2000年的实验试题,是以实验报告的形式出现,题型新颖,别具一格。我们认为在实验过程中明确目的、规范操



作、注意过程、仔细观察、认真记录、结果处理或误差分析等方面都是十分重要的,但往往易被同学们忽视,有几方面还可能是同学们的弱点。因此,实验第28题虽然知识点较简单,但却考了学生实验过程中的重要环节,切中了时弊。原题如下:某课外活动小组加热炭粉(过量)和氧化铜的混合物,再用上图装置,对获得的铜粉(含炭)样品进行实验。图中铁架台等装置已略去。请你帮助他们完成下列实验报告。

(一)实验目的:\_\_\_\_\_。

(二)实验用品:仪器:天平、分液漏斗、锥形瓶、硬质玻璃管、干燥管、酒精灯、洗气瓶等。  
药品:红褐色铜粉(含炭)样品、过氧化氢溶液、二氧化锰、碱石灰、浓硫酸等。

(三)实验内容:

| 实 验 步 骤                                                 | 实 验 现 象 | 有 关 化 学 方 程 式 |
|---------------------------------------------------------|---------|---------------|
| 在 G 中加入样品粉末 $w$ g, D 中装入药品后并称量为 $m_1$ g, 连接好仪器后, 检查气密性。 |         |               |
| 打开 A 的活塞, 慢慢滴加溶液。                                       |         |               |
| 对 G 进行加热。<br>当 G 中药品充分反应后, 关闭 A 的活塞, 停止加热。              |         |               |
| 冷却后, 称量 D 的质量为 $m_2$ g。                                 |         |               |

(四) 计算: 样品中铜的质量分数 = \_\_\_\_\_ (用含  $w$ 、 $m_1$ 、 $m_2$  的代数式表示)。

(五) 问题和讨论: 实验完成后, 老师评议说: 按上述实验设计, 即使 G 中反应完全, D 中吸收完全, 也不会得出正确的结果。经讨论, 有同学提出在 B 和 G 之间加入一个装置。再次实验后, 得到了较正确的结果。那么, 原来实验所测得铜的质量分数偏小的原因可能是 \_\_\_\_\_。在 B 和 G 之间加入的装置可以是 \_\_\_\_\_, 其中盛放的药品是 \_\_\_\_\_。很明显, 本题就是一份实验报告和实验设计的补充。

(一) 实验目的: 测定铜粉样品中铜的质量分数。

(二) 现象记录: B、E 中有气泡, G 中红褐色粉末变成黑色(反应式略)。

(三) 实验结果: 
$$\frac{w - (m_2 - m_1) \times \frac{12}{44}}{w} \times 100\%$$

(四) 误差分析(原因及设计改进): 实验结果偏小的原因是水蒸气通过 G 被 D 中碱石灰吸收; 可在 B 和 G 之间接一盛有浓硫酸的洗气瓶或装有碱石灰的干燥管。

这样形式的实验考题告诉我们: 要重视课内课外(活动课、自主实验研究等)实验, 特别要注意过程分析, 主动掌握科学实验方法, 提高自己的科学素质, 无疑对高考应试也非常有益。

2001 年的试卷中, 编制了一道“研究性实验试题”, 如第 26 题:

用实验确定某酸 HA 是弱电解质。两同学的方案是:

甲: ① 称取一定质量的 HA 配制成 0.1 mol/L 的溶液 100 mL;

② 用 pH 试纸测出该溶液的 pH, 即可证明 HA 是弱电解质。

乙: ① 用已知物质的量浓度的 HA 溶液、盐酸, 分别配制 pH = 1 的两种酸溶液各 100 mL;

② 分别取这两种溶液各 10 mL, 加水稀释为 100 mL;

③ 各取相同体积的两种稀释液装入两支试管中, 同时加入纯度相同的锌粒, 观察实验现象, 即可证明 HA 是弱电解质。

(1) 在两个方案的第①步中, 都要用到的定量仪器是 \_\_\_\_\_;

(2) 甲方案中, 说明 HA 是弱电解质的理由是测得溶液的 pH \_\_\_\_\_ 1(选填 >、<、=);

乙方案中, 说明 HA 是弱电解质的现象是 \_\_\_\_\_ (多选扣分)。

(a) 装 HCl 溶液的试管中放出  $H_2$  的速率大

(b) 装 HA 溶液的试管中放出  $H_2$  的速率大

(c) 两个试管中产生气体速率一样大小

(3) 请你评价 :乙方案中难以实现之处和不妥之处是 \_\_\_\_\_

(4) 请你再提出一个合理而又比较容易实现的方案(药品可任取),并作简明扼要地表述。

评析:本题是验证某酸是弱电解质的小型课题实验,难度不大,但它改变了过去往往总是按基本操作、仪器连接、描述现象等传统实验考题的形式,而是考核学生的实验评价能力和设计实验方案的能力,要求学生学习研究,鼓励学生创新,提出好的实验方案,说明本题有一定的开放度,无疑这是今后的命题方向。为此要求同学们在平时学习过程中要理论联系实际,拓宽视野,加强研究,不断提高创新精神和实践能力。

(1) 配制一定量浓度的溶液需要的定量仪器是容量瓶。

(2) 在甲方案中,  $0.1 \text{ mol/L}$  的某弱酸 HA, 由于部分电离, 氢离子浓度小于  $0.1 \text{ mol/L}$ , pH 应该大于 1。乙方案中, pH 相同的强酸和弱酸稀释相同的倍数时, 由于弱酸稀释后电离度会增大, 因此弱酸中氢离子浓度大于强酸, 则弱酸(HA)溶液的试管中放出氢气的速率大。

(3) 在乙方案中, 要配制一定 pH 的弱酸 100 mL, 由于影响 pH 的因素多, 如温度变化等, 会导致溶液 pH 不稳定。不妥之处是加入的锌粒表面积难于相同(因反应速率与固体表面积大小有关)。

(4) 要证明某酸是弱酸, 方法很多, 但要简单易行, 要求学生用研究性的思路去回答。同学们在理解弱电解质性质及有关理论和重视实验的基础上, 一定能发挥聪明才智, 回答出不少可行的实验方案。如用某弱酸盐(NaA)溶液测定其 pH 大于 7; 又如用相同浓度( $0.1 \text{ mol/L}$ )盐酸和弱酸在相同条件下做导电性对比实验, 导电性强弱不同, 或者在相同条件下分别与相同大小的锌粒反应, 一开始观察反应速率(放出氢气)明显有差别; 再如取某浓度的弱酸(如  $1 \text{ mol/L}$ )测定其 pH, 然后稀释 10 倍, 再测其 pH, 两次测得 pH 相差小于 1 等等方法。

#### 四、培养逻辑思维能力, 不断提高综合计算技能

化学计算, 是从定量方面来研究物质的组成与反应规律的基本技能。综合化学计算题更能测试学生应用知识的能力、获取和处理信息的能力、逻辑推理能力。因此, 综合计算题是高考试题中相当重要的组成部分, 而且放在最后作为压轴题。今年的计算压轴题, 其特点是(1)让学生通过对试题中提供的信息加工和数据的分析处理作为解题的着眼点, 可谓新颖;(2)难度有降, 铺设台阶, 从易到难, 既有区分度又为考生决不放弃压轴题创造条件, 可谓一道好题。

2000 年第 33 题:某天然碱(纯净物)可看作由  $CO_2$  和 NaOH 反应后的产物。称取天然

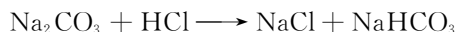
碱样品四份 ,溶于水后 ,分别逐滴加入相同浓度的盐酸溶液 30 mL ,产生  $\text{CO}_2$  的体积( 标准状况 )如下表 :

|               | I    | II   | III  | IV   |
|---------------|------|------|------|------|
| 盐酸溶液的体积( mL ) | 30   | 30   | 30   | 30   |
| 样 品( g )      | 3.32 | 4.15 | 5.81 | 7.47 |
| 二氧化碳的体积( mL ) | 672  | 840  | 896  | 672  |

( 1 )由第 I 组数据中  $\text{CO}_2$  的体积与样品质量之比 ,可以推测用 2.49 g 样品进行同样的实验时 ,产生  $\text{CO}_2$  \_\_\_\_\_ mL( 标准状况 )。

( 2 )另取 3.32 g 天然碱样品于  $300\text{ }^\circ\text{C}$  加热分解至完全(  $300\text{ }^\circ\text{C}$  时  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  不分解 ),产生  $\text{CO}_2$  112 mL( 标准状况 )和水 0.45 g ,计算并确定该天然碱的化学式。

( 3 )已知  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{HCl}$ ( aq )的反应分下列两步进行 :



由上表中第 IV 组数据可以确定所用  $\text{HCl}$ ( aq )的浓度为 \_\_\_\_\_ mol/L。

( 4 )依据上表所列数据以及天然碱的化学式 ,讨论并确定上述实验中  $\text{CO}_2$ ( 标准状况 )的体积  $V$ ( mL )与样品质量  $w$ ( g )之间的关系式。

分析 :解本题需要有严密的逻辑思维和综合推理过程。

( 1 )按题意 ,以 2.49 g 样品进行实验 ,产生气体  $V = \frac{672}{3.32} \times 2.49 = 504$ ( mL )

( 2 )因天然碱加热分解产生  $\text{CO}_2$   $(n(\text{CO}_2)) = \frac{0.112}{22.4} = 0.005$ ( mol ) ,故天然碱中存在  $\text{NaHCO}_3$ 。

根据反应 :  $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$



天然碱中  $\text{NaHCO}_3$  为 0.01 mol。

含有结晶水 :  $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.45}{18} - 0.005 = 0.02$ ( mol )

还含  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  :  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{3.32 - 0.01 \times 84 - 0.02 \times 18}{106} = 0.02$ ( mol )

3.32 g 天然碱中  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.02$ ( mol ) ,  $n(\text{NaHCO}_3) = 0.01$ ( mol ) ,  $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.02$ ( mol )。

由此得出 :天然碱化学式为 :  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

( 3 )根据第 IV 组数据分析 ,7.47 g 天然碱的物质的量  $n = \frac{7.47}{332} = 0.0225$ ( mol ) ,其中

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.045$ ( mol ) ,  $n(\text{NaHCO}_3) = 0.0225$ ( mol )。

由题中提供的反应信息得知  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与盐酸反应先生成  $\text{NaHCO}_3$ , 然后  $\text{NaHCO}_3$  与盐酸反应才产生  $\text{CO}_2$ , 现放出 672 mL (即 0.03 mol)  $\text{CO}_2$ , 耗去盐酸  $0.045 + 0.03 = 0.075$  (mol)。

$$\text{盐酸的浓度 } c(\text{盐酸}) = \frac{0.075}{0.03} = 2.5 \text{ (mol/L)}。$$

(4) 对数据进行再分析, 用 30 mL 盐酸(0.075 mol), 生成  $\text{CO}_2$  最多时样品(完全反应即  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{CO}_2$  和  $\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{CO}_2$ ) 的质量为  $\frac{332}{5} \times 0.075 = 4.98$  (g), 这是解题的关键点。所以当

$$\text{① } 0 < w \leq 4.98 \text{ 时, } V(\text{CO}_2) = \frac{w}{332} \times 3 \times 22.4 \times 10^3 \text{ (mL)}。$$

当加入 0.075 mol 盐酸无气体生成(使  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{NaHCO}_3$ ) 时, 则样品质量为  $\frac{332}{2} \times 0.075 = 12.45$  (g), 这又是一个解题的关键点。

②  $w \geq 12.45$  (g), 盐酸用于使  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  转化为  $\text{NaHCO}_3$ , 不放出  $\text{CO}_2$  气体,  $V(\text{CO}_2) = 0$

③ 当  $4.98 \text{ g} \leq w \leq 12.45 \text{ g}$  时, 生成的  $\text{CO}_2$  从最大到 0, 这样盐酸不足, 生成的气体决定于盐酸(盐酸物质的量减去碳酸钠转为碳酸氢钠用去盐酸物质的量, 余下盐酸的量即是生成二氧化碳耗去盐酸的物质的量),  $V(\text{CO}_2) = \frac{0.075 - w}{332 \times 2} \times 22.4 \times 10^3 \text{ (mL)}。$

2001 年第 31 题: 已知  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  在高炉中有下列反应:



反应形成的固体混合物( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ )中, 元素铁和氧的质量比用  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}}$  表示。

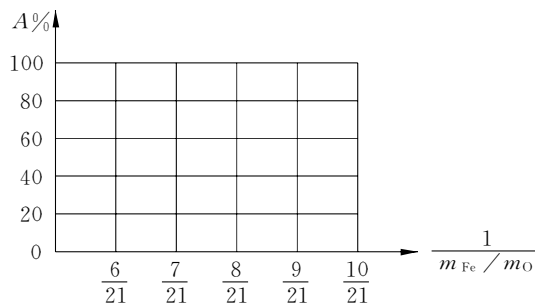
(1) 上述固体混合物中,  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}}$  不可能是 \_\_\_\_\_ (选填 a、b、c 多选扣分)。

(a) 21 : 9                      (b) 21 : 7.5                      (c) 21 : 6

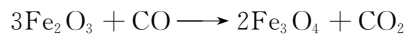
(2) 若  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}} = 21 : 8$ , 计算  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  被 CO 还原的质量分数。

(3) 设  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  被 CO 还原的质量分数为  $A\%$ , 则  $A\%$  与混合物中  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}}$  的关系式为 (用含  $m_{\text{Fe}}$ 、 $m_{\text{O}}$  的代数式表示): \_\_\_\_\_  $A\% =$  \_\_\_\_\_。

请在下图中画出  $A\%$  与  $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{O}}}$  关系的图形。



(4) 如果  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{CO}$  的反应分两步进行：



试分析反应形成的固体混合物可能的组成及相应的  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}}$  (令  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}} = 21 : a$ , 写出  $a$  的取值范围)。将结果填入下表。

| 混合物组成<br>(用化学式表示) | $a$ 的取值范围 |
|-------------------|-----------|
|                   |           |

评析：(1) 在  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}} = 21 : 9$ ,  $\text{FeO}$  中  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}} = 21 : 6$ 。因反应未完全, 形成的是固体混合物 (既有  $\text{FeO}$ , 也有  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 则铁与氧的质量比值只能是两者之间, 不可能是  $(a, c)$ 。

(2) 解法 1: 设每摩尔  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  被  $\text{CO}$  还原的质量分数为  $A\%$  时,  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}} = 21 : 8$ , 根据反应式：



起始 1 mol

转化(被还原)  $1 \times A\%$  生成  $2A\%$

还原后物质  $1 - 1 \times A\%$   $2A\%$

$$\frac{m_{\text{Fe}}(\text{反应前后均不变})}{m_{\text{O}}} = \frac{1 \times 2 \times 56}{1 \times (1 - A\%) \times 3 \times 16 + 1 \times A\% \times 2 \times 16} = \frac{21}{8}$$

$$A\% = \frac{1}{3} \approx 33.3\%$$

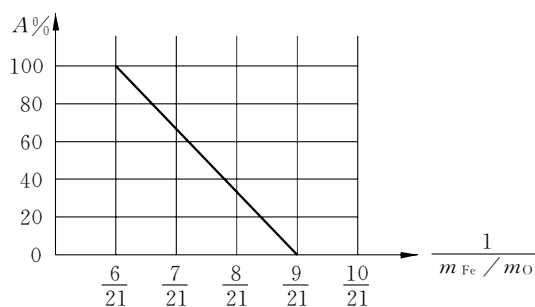
解法 2:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}} = 21 : 9$ ,  $\text{FeO}$  中  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}} = 21 : 6$ , 被还原  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的质量分数为：

$$\begin{array}{ccc} 9 & & 2 \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & 8 & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ 6 & & 1 \end{array} \quad \text{Fe}_2\text{O}_3\% = \frac{1}{1+2} \times 100\% \approx 33.3\%$$

$$(3) \frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{O}}} = \frac{1 \times 2 \times 56}{1 \times (1 - A\%) \times 3 \times 16 + 1 \times A\% \times 2 \times 16}, \text{解得: } A\% = 3 - \frac{7}{\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{O}}}}$$

坐标中关键点 (1) 若全部 100% 被还原成 FeO :  $\frac{m_{\text{O}}}{m_{\text{Fe}}} = \frac{6}{21}$

(2) 若未被还原, 都是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  :  $\frac{m_{\text{O}}}{m_{\text{Fe}}} = \frac{9}{21}$



(4)

| 混合物组成                                                            | $a$ 的取值范围   |
|------------------------------------------------------------------|-------------|
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$                | $8 < a < 9$ |
| $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{FeO}$                           | $6 < a < 8$ |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{FeO}$ | $6 < a < 9$ |

从以上综合计算题的求解过程, 给我们的启示是, 平时要加强阅读分析, 提高处理信息能力, 熟练应用基础知识, 重视逻辑推理的训练。