

The book cover features a blue background with a white dotted pattern. A heart-shaped wreath is centered on the cover, composed of red and orange ribbons at the top and yellow daisies at the bottom. The title is written in large blue characters across the heart.

中学化学题解妙法

姜淦萍 主编

上海科学普及出版社

中学化学题巧解妙法

姜淦萍 主编

上海科学普及出版社

责任编辑 刘绪恒

中学化学题巧解妙法

姜淦萍 主编

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 常熟文化印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 15 字数 331000

1999 年 7 月第 1 版 1999 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—6000

ISBN 7-5427-1622-0/G·514 定价:15.00 元

前 言

多年的教学、教研的实践告诉我们:学生的认知结构是保持良好学习势态的重要内在因素,是影响学生学习的重要学习变量。而学生良好的认知结构不是天生具有的,是由外因转化来的,科学的解题训练则是外因转化为内因的重要途径之一。

为帮助广大中学生提高科学思维的能力,学会正确运用化学知识分析化学问题,运用解题技能,迅速、简捷、巧妙地解决化学问题,我们根据现行中学化学教学大纲、考试大纲和竞赛大纲的要求编写了这本《中学化学题巧解妙法》。

本书主要介绍化学的思维方法和具体的解题方法。所列的解题方法都是最新、最优的方法,所举的数百道例题几乎包含了到目前为止已出现的相应的各类题型。每一节集中研究一种方法,对于方法的含义和特征都有详细说明。与之匹配的大量例题既有对同步学习中遇到的典型化学题解题思路与解题技巧的分析,又有对近几年全国和上海市高考题以及竞赛题的精湛研究,读者一旦掌握将对提高分析化学问题的能力,提高解题的正确性和速度都会有很大帮助。

“重要的知识是关于方法的知识。”愿本书能成为广大中学生学习化学的良师益友。

参加本书编写的有姜淦萍、诸松渊、许洪福、洪元瑞、陆军、谈育臣等。由姜淦萍任主编。

限于作者水平,书中错误或不当之处在所难免,谨请批评、指正。

编 者

目 录

第一章 发散性思维方法	1
一、观察法	1
二、比较法	28
三、类比法	44
四、归纳法	62
五、演绎法	72
六、分析法	83
七、综合法	110
八、假说法	129
第二章 解题思维特殊方法	162
一、逆推法	162
二、虚拟法	183
三、过量法	193
四、特征判断法	207
五、结构分析法	222
六、信息转换法	252
第三章 数学求解法	284
一、代数法	284
二、差量法	309
三、商余法	334
四、十字交叉法	347
第四章 物理求解法	370

一、隔离法	370
二、守恒法	376
三、极端法	390
四、等效变换法	403
第五章 图表分析法	425
一、图形法	425
1. 线段法	425
2. 矢量图法	428
3. 数轴法	430
4. 图象法	438
5. 规则几何图形法	444
二、表格法	453

第一章 发散性思维方法

一、观 察 法

观察及其意义

观察是为一定任务进行的有计划的知觉过程。它是思维活动的门户,思维活动几乎都以观察为前提和基础。

化学史上曾发生过这样两件事:1826年,法国巴黎大学教授巴拉尔在提取食盐后的母液中通入氯气,获得了溴。溴元素第一次被发现的消息传到了德国,著名的化学家李比希大为懊丧,因为在此之前他也用同样的方法获得了这种红棕色的液体,结果他却轻率地认为是氯和碘的化合物氯化碘,失去了发现新元素的机会。无独有偶,1932年,小居里夫妇通过实验发现了一束射线,他们则断定为 γ -射线,因而与中子的发现失之交臂。难怪小居里感慨颇深地说,观察是“学者的第一美德”。

观察法在化学解题中的运用

从化学解题过程中观察的主要对象来看,观察法在化学解题中的运用主要有以下几种情况:

1. 对化学式的观察

有些化学问题的解决过程中要涉及一个或多个化学式,如果仔细观察所给出的化学式,找出其特征,或对其作必要的变形处理,便可找出解题的途径,甚至发现简单解法。

例 1 相同质量的下列物质,跟盐酸反应产生 CO_2 最多

的是()。

- (A) Na_2CO_3 (B) NaHCO_3
(C) K_2CO_3 (D) NH_4HCO_3

解析 本题中各物质产生 CO_2 的原因是碳酸根与盐酸反应。解答本题只须找出其中 CO_3 的质量分数最大的即可。观察比较各化学式中除 CO_3 以外的其他部分的相对原子质量之和,最小的是(D)(即 NH_4H 部分的相对原子质量之和为 19),所以 CO_3 的质量分数最大的就是(D),即产生 CO_2 最多的是(D)。

例 2 分别加热相同质量的下列硫酸盐晶体,使其结晶水全部失去,则失水质量最多的是()。

- (A) 胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
(B) 绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
(C) 皓矾($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
(D) 明矾[$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$]

解析 对化学式进行观察,各物质中结晶水含量的变换式分别为:

$$(A) \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}} + \frac{M_{\text{Cu}}}{5} + \frac{M_{\text{SO}_4}}{5}}$$

$$(B) \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}} + \frac{M_{\text{Fe}}}{7} + \frac{M_{\text{SO}_4}}{7}}$$

$$(C) \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}} + \frac{M_{\text{Zn}}}{7} + \frac{M_{\text{SO}_4}}{7}}$$

$$(D) \frac{M_{H_2O}}{M_{H_2O} + \frac{M_K}{12} + \frac{M_{Al}}{12} + \frac{M_{SO_4}}{6}}$$

观察比较各式大小,很显然(A)、(B)、(C)三式中,(B)式分母最小,对(B)、(D)两式的观察估算,又能得出(D)式中分母最小的结论,故明矾中结晶水的质量分数最高,答案选(D)。

例3 由乙炔、苯和乙醛组成的混合物,经测定其中碳的质量分数为72%,求氧的质量分数。

解析 通过观察分析可知,乙炔、苯的最简式为CH,而当 C_2H_4O 变形为 $C_2H_2 \cdot H_2O$ 时,其中 C_2H_2 部分的最简式也为CH,即12克碳元素联系1克氢元素,则 H_2O 的质量分数为:

$$1 - 72\% - 72\% \times 1/12 = 22\%。$$

所以氧的质量分数为:

$$22\% \times 16/18 = 19.6\%。$$

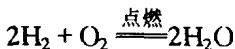
2. 对化学方程式、离子方程式的观察

化学方程式和离子方程式正误判断等问题离不开对其的观察,许多信息给予题也离不开对化学方程式和离子方程式的细致观察。

例4 2.1克平均分子量为7.2的CO和 H_2 组成的混合气体与足量氧气充分燃烧后,立即通入到足量的 Na_2O_2 固体中,固体质量增加多少克?

解析 本题所涉及的化学方程式为:





观察这些化学方程式, 可发现这样的规律: $\text{CO} \xrightarrow{\frac{1}{2}\text{O}_2} \text{CO}_2$

$\xrightarrow{\text{Na}_2\text{O}_2} \frac{1}{2}\text{O}_2$; $\text{H}_2 \xrightarrow{\frac{1}{2}\text{O}_2} \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Na}_2\text{O}_2} \frac{1}{2}\text{O}_2$ 。即 CO 和 H_2 燃烧时消耗多少氧气, 产生的 CO_2 和 H_2O 与 Na_2O_2 反应时就放出多少氧气。因此, 固体增加的质量即为起始时 CO 和 H_2 的总质量 2.1 克。若不注意观察, 而采用常规方法求解, 则十分麻烦。

例 5 根据下列 3 个氧化还原反应离子方程式: $\text{A}^{3+} + \text{B}^- = \text{A}^{2+} + \text{B}$, $\text{C} + \text{B}^- = \text{C}^- + \text{B}$, $\text{A}^{2+} + \text{C} = \text{A}^{3+} + \text{C}^-$, 试判断: 作为氧化剂的有关离子或物质氧化性强弱的关系为 _____, 作为还原剂的有关离子或物质还原性强弱的关系为 _____。

解析 解这道题先需要对题目提供的 3 个离子方程式本身及其相互间的关系进行深入细致的观察, 然后根据氧化还原反应中所涉及物质氧化性、还原性强弱判断规律(即: 强氧化剂 + 强还原剂 $\longrightarrow$ 弱还原剂 + 弱氧化剂)进行判断。由 $\text{A}^{3+} + \text{B}^- = \text{A}^{2+} + \text{B}$ 知氧化性 $\text{A}^{3+} > \text{B}$, 还原性 $\text{B}^- > \text{A}^{2+}$; 由 $\text{C} + \text{B}^- = \text{C}^- + \text{B}$ 知氧化性 $\text{C} > \text{B}$, 还原性 $\text{B}^- > \text{C}^-$; 由 $\text{A}^{2+} + \text{C} = \text{A}^{3+} + \text{C}^-$ 知氧化性 $\text{C} > \text{A}^{3+}$, 还原性 $\text{A}^{2+} > \text{C}^-$ 。因此, 答案分别为 $\text{C} > \text{A}^{3+} > \text{B}$, $\text{B}^- > \text{A}^{2+} > \text{C}^-$ 。

3. 对选择题题干和选项的整体观察

一些计算型选择题的题干与正确选项之间存在着某种表象联系。审题时, 只要抓住这种联系, 对题干和选项进行观察

比较,并借助于估算、推理等技巧,则可以迅速排除伪选项,获得正确答案。

例6 在标准状况下,将 V 升 A 气体(摩尔质量为 M 克/摩)溶于 0.1 升水中,所得溶液密度为 d 克/毫升,则此溶液的物质的量浓度为()。

- (A) $\frac{Vd}{MV + 2240}$ (B) $\frac{1000 Vd}{MV + 2240}$
(C) $\frac{1000 VdM}{MV + 2240}$ (D) $\frac{MV}{22.4(V + 0.1)d}$

解析 将物质的量浓度的定义式[物质的量浓度 = 溶质物质的量(摩)/溶液体积(升)]作为一个整体,抓住各物理量单位之间的联系及其在定义式中的位置特征进行观察比较,可以快速准确地求解。因为密度单位与整体单位系统不匹配,需要扩大 1 000 倍(将毫升转化为升)后,才可以代入定义式中计算。即正确选项中必然含有“1 000 d ”这个因式。观察四个选项,可能只有(B)、(C)两项符合要求。再从位置关系分析,因式“ VM ”是溶液质量的一部分,它与密度的位置只能呈比的关系,而不会有积的关系,即正确选项中不可能包括“ VdM ”因式。从而排除(C),选择(B)。

例7 在一定条件下,CO 和 CH_4 燃烧的热化学方程式分别为:



由 1 摩 CO 和 3 摩 CH_4 组成的混合气体在上述条件下完全燃烧时,释放的热量为()。

- (A) 2912kJ (B) 2953kJ
(C) 3236kJ (D) 3867kJ

解析 将热量值作为整体,观察比较题设数字特征和联

系后可知,3摩 CH_4 完全燃烧释放的热量数值的末位数字必为0;1摩 CO 完全燃烧放出的热量数值的末位数字为3。因此,混合气完全燃烧后释放的热量值的末位数字必然为3。显然只有(B)选项符合要求。

4. 对转化图的观察

转化图多以元素的单质及其化合物知识为背景,将典型元素的单质及其化合物的制备、性质、反应现象和转化关系等以框图和箭头指向设计而成的图式。对有转化图的化学问题,需要对转化图作细致的观察,理清关系,从而找准核心和突破口。

例8 如图1-1中的每一方格表示有关的一种反应物或生成物。其中粗框表示初始反应物(反应时加入或生成的水,以及生成沉淀J时的其他产物均已略去)。

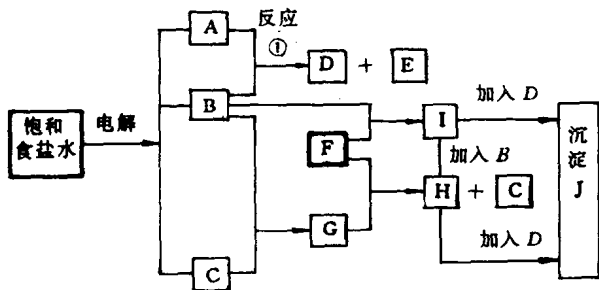


图 1-1

请填写下列空白:

(1) 物质 B 是 _____, F 是 _____, J 是 _____。

(2) 反应①的离子方程式是 _____。

解析 观察框图,首先看到电解饱和食盐水,这是解题的突破口。电解食盐水的产物是 H_2 、 Cl_2 、 NaOH , B 既能跟 A 反

应,又能跟C反应,因此,B是 Cl_2 ; Cl_2 与 NaOH 反应有多种产物, Cl_2 与 H_2 反应只有一种产物,因此A是 NaOH ,C是 H_2 ,G则是 HCl ;F与 Cl_2 反应生成I,F与 HCl 反应生成H和 H_2 ,说明F是金属;又因为H加入B(即 Cl_2)转化为I,说明F是具有可变化价态的金属,根据中学阶段的知识判断F只能是Fe,则H是 FeCl_2 ,I是 FeCl_3 ; FeCl_3 中加入D产生沉淀J,D是 Cl_2 与 NaOH 反应的产物,即 NaCl 或 NaClO ,但是 FeCl_3 与 NaCl 不反应, FeCl_3 与 NaClO 在溶液中相互促进水解,产物中的沉淀是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$; FeCl_2 中加入D,由于 NaClO 具有氧化性, FeCl_2 被氧化为 FeCl_3 ,所以最终产物中也得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,因此,D是 NaClO ,E是 NaCl ,J是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

综上所述,本题的答案为:

(1) Cl_2 , Fe, $\text{Fe}(\text{OH})_3$;

(2) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

例9 在一定条件下可实现如图1-2所示物质之间的变化:

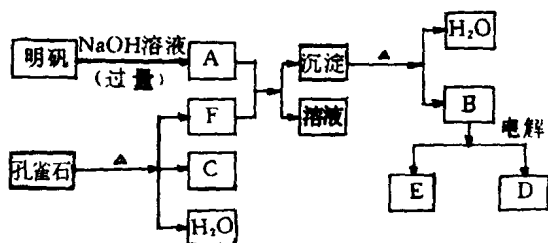


图1-2

请填写以下空白:

(1) 孔雀石的主要成分是 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (碱式碳酸

铜), 受热易分解。图中的 F 是_____。

(2) 写出明矾溶液与过量 NaOH 溶液反应的离子方程式_____。

(3) 图中所得 G 和 D 都为固体, 混合后在高温下可发生反应, 写出该反应的化学方程式_____。

(4) 每生成 1 摩 D, 同时生成_____摩 E。

解析 粗读题目, 观察框图, 迅速调用大脑中积累的知识, 将它们迁移、重组, 便可得出答案。

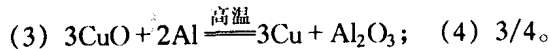
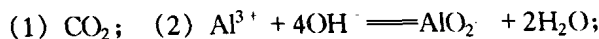
明矾溶液中 Al^{3+} 离子与过量 NaOH 溶液反应的离子方程式为



孔雀石的主要成分 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 受热分解除得到 H_2O 外, 还得到固体 G 和能使 AlO_2^- 产生沉淀的物质 F, 由此可知 G 为 CuO , F 为 CO_2 。 CO_2 与 AlO_2^- 溶液反应, 可得到 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, 将此沉淀灼烧, 就可得到 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{B})$, B 电解得到 Al 和 O_2 , D 为固体, 所以是 Al, E 是 O_2 。

G 和 D 反应可根据 Fe_2O_3 与 Al 的反应原理迁移而来。最后根据 Al_2O_3 电解的化学方程式求算生成 E 的物质的量。

本题答案为:



有些转化图则是以框图的形式展现某一实验的操作过程和主要变化, 完成对某一物质中成分的测定、测量、鉴定、鉴别等要求。

例 10 某待测液中可能含有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 NH_4^+ 等离子, 进行了下述实验(所加酸、碱、 NH_3

水、 Br_2 水都是过量的)。

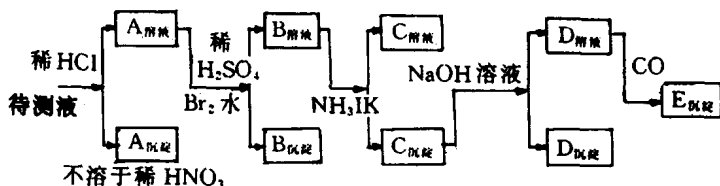


图 1-3

根据实验结果：

(1) 判断待测液中是否有 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 离子，并写出理由。

答_____。

(2) 写出沉淀 D 的化学式(分子式)_____。

(3) 写出从溶液 D 生成沉淀 E 的反应离子方程式_____。

解析 该题是定性分析方法的“雏型”。只要仔细观察转化关系，弄清沉淀的形成原因以及先后顺序，注意加入某一试剂后发生反应时离子间的相互干扰，就能准确求解。

与稀 HCl 反应生成不溶于稀 HNO_3 的沉淀 A 为 AgCl ，因此 Ag^+ 已从溶液中除去。溶液 A 中加入稀 H_2SO_4 和 Br_2 水生成沉淀 B，则沉淀 B 可能是 BaSO_4 、 CaSO_4 中的一种或两种。 Br_2 水是强氧化剂，溶液中若含 Fe^{2+} 离子，则被氧化成 Fe^{3+} 离子。溶液 B 加过量氨水生成沉淀 C，用过量 NaOH 溶液处理后的沉淀 C 仍剩余有沉淀 D，则可推断沉淀 C 是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。溶液 D 含有 AlO_2^- 离子，通入 CO_2 后生成的沉淀 E 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

综上所述，答案为：

(1) 含有 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 离子中的一种或两种, 因为 BaSO_4 不溶于水, CaSO_4 微溶于水;

(2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$;

(3) $2\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$ 或
 $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$

5. 对图象的观察

以曲线形式表示变化过程中某些量之间关系的图象实际是一种直观、形象地给出题示信息的形式。化学图象题中的图象有定性图象和定量图象两种。对于定性图象的观察要注意极值点、转折点、交叉点以及变化趋势等。因为这些往往是解题的突破口。

例 11 在室温下, 向饱和 H_2S 溶液中缓慢通入过量 SO_2 气体, 溶液中的 pH 值随通入 SO_2 体积的变化曲线示意图(图 1-4)合理的是()。

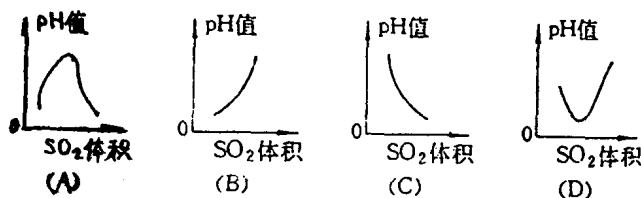


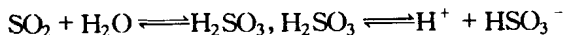
图 1-4

解析 H_2S 溶液 $\text{pH} < 7$, 向其中通入 SO_2 发生如下反应:



当反应完全时, 由于生成 S 和 H_2O , 此时 $\text{pH} = 7$ 。

但当 SO_2 过量时, 发生了反应:



所以溶液 $\text{pH} < 7$ 。

综上所述可知, $\text{pH} = 7$ 时, 该点在反应体系图象中是最高点, 在上述四个图象中只有(A)有最高点, 故应选(A)。

例 12 对于可逆反应 $m\text{A}(\text{气}) + n\text{B}(\text{固}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{气}) + q\text{D}(\text{气})$ 的反应过程中, 若其他条件不变时, D 的百分含量(质量分数)与温度(T)或压强(p)关系如图 1-5 所示。下列叙述正确的是()。

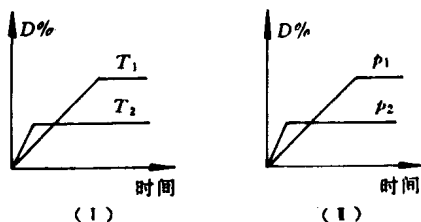


图 1-5

- (A) 降温化学平衡向正反应方向移动
- (B) 使用催化剂, D 的百分含量(质量分数)增加
- (C) 化学方程式系数: $m < p + q$
- (D) B 的颗粒越小, 反应速率越快, 有利于平衡向正反应方向移动

解析 两图中曲线的转折点是反应达到的平衡点。温度越高, 反应速率越快, 达到平衡所需时间越短。从图 1-5(1)可知, 温度为 T_2 时先达到平衡, 则 $T_2 > T_1$ 。由于达到平衡后, D 的质量分数随温度降低而增加, 说明降温平衡向正反应方向移动, 故(A)正确。从图 1-5(2)可看出, 其他条件不变时, 采用压强 p_2 比 p_1 先达到平衡, 所以 $p_2 > p_1$, 但压强增大时, D 的质量分数减少, 说明加压平衡左移, 则 $m < p + q$, 故