

中学化学 解题典型方法例说

周伯达 李辉/编著 张灿久/审定



湖南师范大学出版社

中学化学解题典型方法例说

周伯达 李辉 编著
张灿久 审定

湖南师范大学出版社

作者介绍

周伯达, 中学化学特级教师, 全国优秀教师, 省科技先进工作者。曾主编或与他人合编书二十余本, 在全国十多家杂志上发表文章四十多篇, 所编《化学析疑》一书 1986 年在国际上展销, 所教学生在历届高考和各类竞赛中成绩优秀。

李辉, 32 岁, 中学化学高级教师, 现任长沙市郊区一中副校长, 曾主编或与他人合著化学专业书十余本, 在全国各类杂志上发表论文多篇, 所教学生在历届高考中成绩优异, 辅导学生参加中学生化学奥林匹克竞赛, 先后荣获过国家、省、市一、二等奖。

4634.805 / 1

中学化学解题典型方法例说

周伯达 李 辉 编著

张灿久 审定

责任编辑: 李 琪

湖南师范大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 长沙市银都教育印刷厂印刷

787×1092 32 开 10.5 印张 245 千字

1996 年 9 月第 1 版 1998 年 5 月第 5 次印刷

印数: 21301—26350 册

ISBN7-81031-527-7/O·026

定价: 9.50 元

若有印装质量问题, 请直接与印刷厂技质科联系调换

(厂址: 长沙市八一东路马王堆 邮编: 410001)

前 言

学生的本领不单是靠老师讲授和辅导得来,主要是靠学生练出来的。因此,解题是学生消化、巩固知识的一种手段,是引导学生把所学过的知识融汇贯通,形成系统化、知识网络化的途径之一。学生在解题的过程中,使分析问题、解决问题的能力得到提高。题目浩如烟海,若学生只是为练习而练习,沉溺于题海之中,那只能加重自己的负担,挫伤学习积极性,无益于学习。

为了帮助学生提高解题能力和解题速度,以练促学,巧解精练,我们编写了《中学化学解题典型方法例说》一书。本书重在“例说”,以新颖典型例题为先导,揭示了化学解题的方法和规律技巧。这不仅使学生学会巧解妙算,也能帮助学生巩固和扩展基础知识,还能培养学生分析、解决问题的能力,发展创造思维,全面提高素质,使学生在学习中获得较大的收益,达到事半功倍的效果。

作者在编写本书时,力求联系学生实际,由浅入深,通俗易懂;在解题方法上力争新、活、巧、快、准,具有代表性;解题分析时,力图展现思维过程,突出思路,选择解法,达到举一反三,触类旁通的目的;解题答案,力求做到具有科学性、准确性和示范性。本书知识覆盖面大,例题内容广泛、典型,具有较强的指导性和实用性。在结构上突破以题型分类的传统格局,而是以解法为章节,将同一种解法的不同题型的题编写在一起,学生学完后,就会形成系统的解题方法。

化学解题方法几十种,同一类方法中的不同题目解法又千差万别,各人思维方式不同,选用方法不同,取的名字各异。要

将所有方法统一在一本书中是很难的。用解题方法归类化学习题还是尝试,加之我们水平有限,书中不足之处,恳切希望读者指正。

在编写过程中参考了多种报刊杂志和书籍,在此表示感谢。

作者

1996 年 8 月

目 录

第一章 差值法	(1)
一、气体体积差值法	(2)
二、固体质量差值法	(9)
三、液体质量差值法.....	(15)
第二章 守恒法	(18)
一、质量守恒法.....	(19)
二、物质的量守恒法.....	(25)
三、原子守恒法.....	(30)
四、离子守恒法.....	(36)
五、电子守恒法.....	(39)
六、电荷守恒法.....	(45)
七、多重守恒法.....	(49)
第三章 假设法	(55)
一、等效假设法.....	(55)
二、过程假设法.....	(58)
三、组成假设法.....	(61)
四、转向假设法.....	(65)
第四章 推导法	(68)
一、顺推法.....	(68)
二、倒推法.....	(83)
三、假设倒推法.....	(97)
四、表解推导法.....	(99)
第五章 分析法	(104)
一、关系式法	(104)

二、图象分析法	(110)
三、信息转换法	(122)
四、常规分析法	(130)
第六章 极值法	(154)
一、可逆反应的极值法	(154)
二、混合物的极值法	(157)
三、平行反应的极值法	(164)
第七章 公式和经验解题法	(170)
一、十字交叉法	(170)
二、平均值法	(184)
三、 $\text{NO}_2(\text{NO})$ 、 O_2 与 H_2O 反应的简捷计算法	(191)
四、溶液的 pH 值计算法	(195)
五、确定有机物化学式的简便方法	(206)
六、有机物燃烧的有关计算法	(211)
七、化学平衡中的配比法	(216)
八、百分比浓度和溶解度求法	(220)
九、摩尔浓度及克拉伯龙方程的应用法	(227)
十、化学反应方程式特殊配平法	(236)
第八章 讨论法	(241)
一、条件讨论法	(242)
二、结果讨论法	(262)
三、综合讨论法	(270)
第九章 简叙法	(287)
第十章 一题多解	(307)
附录 思考题参考答案	(329)

第一章 差值法

差值法又叫差量法,它是根据题中相关量或对应量的差量求解的方法。它是把化学变化过程引起的一些物理量的增加或减少的量放在化学方程式右端,作为已知量或未知量,利用对应量的比例关系求解。

差值法是化学解题典型方法之一,是根据化学反应方程式进行计算的一种技巧。差值法既可以用于解题的某一步中,更可以贯穿在解答某一道题的始终,利用最终态(生成物)与最初态(反应物)的量的变化求解。差值法最大优点是:化难为易,化繁为简,变复杂计算为简单计算。因此,这种方法为广大师生普遍使用。

差值法解题步骤是:

1. 分析题意。分析化学反应前后的数量关系,引起差值的原因。分析题中每一个数据的意义:①属于哪种物理量,单位是什么;②是哪种或哪几种物质的量;③是始态量、终态量或过程中的变化量。

2. 确定是否用差值法。分析差值与始态量或终态量是否存在比例关系,以确定是否用差值法。若化学变化引起体积、质量等变化,虽有一定差值,但它们之间不存在比例关系,不能使用差值法。

3. 写化学反应方程式。写出与差值法有关系的化学方程式,并且列出对应的物理量及计算有关差值。

4. 利用差值法计算。

差值法解题范围广,若按反应物、生成物状态分,差值法适用解答的题目可分为三大类型:(1)反应前后固体质量差值;(2)反应前后溶液质量差值;(3)反应前后气体体积差值。若按数据来区分,差值法求解的化学计算题又可分为两大类:(1)直接值类型,此类题目条件明显,反应物和生成物在反应过程中或反应前后质量、体积、物质的量、电子转移、压强有明显差量。这类题目较简单。(2)相关值类型:差值与题中求解不直接发生关系。这类题解题步骤多,能使用其它方法的使用其它方法。

使用差值法注意事项:(1)反应前后的物理量差值要与有关物质的数值成比例,不成比例,不能用差值法;(2)化学计量的差值,必须是同一物理量。物理量单位要正确。

一、气体体积差值法

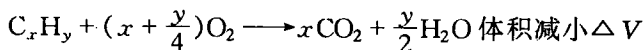
根据反应前后气体或混合气体体积的变化,可计算反应物的消耗量、生成物的生成量、混合气体的体积组成或气体转化率、物质的化学式等。

例 1 11.5 毫升某气体烃与过量的氧气混合点燃爆炸后,体积减小了 34.5 毫升,再用 KOH 溶液吸收后,体积又减小了 34.5 毫升(气体体积测定均在室温常压下进行),求此烃的化学式。

分析: 要求出烃的化学式 C_xH_y ,就要知道化学式中 C、H 原子数。气体体积在常温常压下测定,故 H_2O 是液态。由烃燃烧的方程式看出: $C_xH_y + (x + \frac{y}{4})O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$ 。于是在同条件测定气体体积,故反应式中化学式前面的系数看成是体积数。由题意可知,气态烃完全反应,氧气过量,起反应

的氧气体积由烃体积决定,当烃体积为 1 时,耗 O_2 体积是 $(x + \frac{y}{4})$, 反应物消耗的体积共是 $[1 + (x + \frac{y}{4})]$, 生成 CO_2 气体体积是 x , 反应前后气体体积减小是 $[1 + (x + \frac{y}{4})] - x = 1 + \frac{y}{4}$ 。反应中气体体积差与过量氧气无关。现在, 11.5 毫升烃完全燃烧, 体积减少了 34.5 毫升, 这是成比例的, 可解出 y 值。燃烧后的混合气体通入 KOH 溶液, 体积又减少了 34.5 毫升, 这个体积差是由于 CO_2 被吸收引起的。由反应方程式看出, 1 体积烃燃烧, 生成 CO_2 气体体积 x , 现在 11.5 毫升烃燃烧生成 CO_2 气体 34.5 毫升, 这些量成比例关系, 可求解 x , 从而求出化学式。

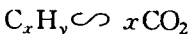
解: 设该气态烃的化学式为 C_xH_y 。



$$\begin{array}{ccccccc} 1 & x + \frac{y}{4} & x & 1 + (x + \frac{y}{4}) - x = 1 + \frac{y}{4} \\ 11.5 & & & 34.5 \end{array}$$

$$1:11.5 = (1 + \frac{y}{4}):34.5, \quad y=8$$

又由反应式可知:



$$\begin{array}{cc} 1 & x \\ 11.5 & 34.5 \end{array}$$

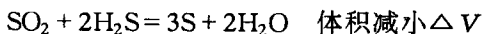
$$11.5x = 34.5 \quad x=3$$

该气态烃的化学式为 C_3H_8 。

例 2 在常温常压下, 将 x 升 SO_2 和 y 升 H_2S 混合, 当充分反应后, 气体的体积是反应前的 $1/4$ 时, 原混合气体中的 SO_2 与 H_2S 的体积比是多少?

分析:根据阿佛加德罗定律可知,在等温等压时,气体体积之比等于气体的物质的量之比。 SO_2 与 H_2S 反应方程式是:
 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。在常温常压下 S 和 H_2O 均不为气体,反应物消耗 3 体积(1 体积 SO_2 , 2 体积 H_2S),生成物气体体积为 0(没有生成气体),反应前后体积差为 3 体积。反应后还余下气体,这气体体积是反应前两种反应气体体积和的 $1/4$ 。设反应前气体体积和为 1, H_2S 和 SO_2 反应共消耗的体积是: $1 - 1/4 = 3/4$, 按此比例关系列方程求解。由于没有告诉哪种气体体积过量,故答案可有两组:一组是设 H_2S 过量计算的结果;一组是设 SO_2 过量计算的结果。

解:设反应中消耗 SO_2 a 升, H_2S b 升。



$$1 \text{ 升} \quad 2 \text{ 升} \qquad \qquad \qquad 3 \text{ 升}$$

$$a \text{ 升} \quad b \text{ 升} \qquad \qquad \qquad 1 - 1/4 = 3/4$$

$$1:a = 3:3/4 \quad a = 1/4(\text{升})$$

$$2:b = 3:3/4 \quad b = 1/2(\text{升})$$

当 H_2S 过量时, $y = b + 1/4 = 1/2 + 1/4 = 3/4(\text{升})$,
 x 升(即 a 升) SO_2 全消耗。

SO_2 和 H_2S 的体积比是: $x:y = 1/4:3/4 = 1:3$

当 SO_2 过量时, $x = a + 1/4 = 1/4 + 1/4 = 1/2(\text{升})$,
 y 升(即 b 升) H_2S 全消耗。

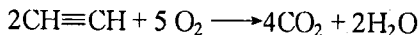
SO_2 和 H_2S 的体积比是: $x:y = 1/2:1/2 = 1:1$

根据阿佛加德罗定律,等温等压下,气体体积之比等于物质的量之比,故得:(1)若 H_2S 过量, SO_2 与 H_2S 物质的量之比是 $1:3$;

(2)若 SO_2 过量, SO_2 与 H_2S 物质的量之比是 $1:1$ 。

例 3 1 摩尔 N_2 和 3 摩尔 H_2 在一固定容积的密闭容器中

($\text{CH}\equiv\text{CH}$), 完全燃烧耗氧量为 W 毫升。

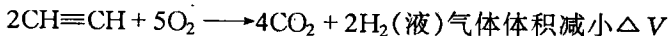


$$\begin{array}{ccc} 2 & 5 & \\ 400 & W & \end{array}$$

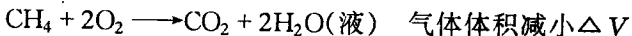
$$2:400 = 5:W \quad W = 1000(\text{毫升})$$

全为乙炔燃烧耗氧量为 1000 毫升, 混合气体实为甲烷与乙炔混合物, 甲烷燃烧耗氧量小于乙炔, 故氧气过量。

设乙炔($\text{CH}\equiv\text{CH}$)为 x 毫升, 甲烷(CH_4)为 $(400 - x)$ 毫升。



$$\begin{array}{ccccccc} 2 & 5 & 4 & & 2+5-4=3 \\ x & & & & 3x/2 \end{array}$$



$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 2 & 1 & & 1+2-1=2 \\ (400-x) & & & & 2(400-x) \end{array}$$

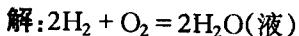
$$\text{根据题意得: } 2(400 - x) + 3x/2 = 1400 - 650 = 750$$

$$\text{得: } x = 100(\text{毫升})$$

故混合气体中, 乙炔的体积百分含量 $= 100/400 \times 100\% = 25\%$ 。

例 5 在标准状况下有氧气和氢气的混合气体 A 升, 经电火花点火完全反应后再恢复原状态, 其体积变为 B 升(此时水的体积及其蒸气不计), 求原混合气体中 H_2 和 O_2 各多少升?

分析: 氢气和氧气反应有三种可能情况: 一是氧气和氢气完全反应, 反应后气体的体积为零; 二是氢气有剩余, 余体积为 B ; 三是氧气过量, 余体积为 B 。二、三种情况可利用反应前后体积差值($A - B$)与参加反应的氢气和氧气的体积成正比例关系求解。



(1) 当氢气和氧气体积比为 2:1 时, 两者正好反应完全, $B = 0$ 。

$$V_{\text{H}_2} = 2/3A; V_{\text{O}_2} = 1/3A。$$

(2)当氧气和氢气体积比不为 1:2 时,则 $B > 0$ 。设参加反应的 H_2 为 x 升,参加反应的 O_2 为 y 升。

由 $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O(\text{液})$ 反应后体积减小 ΔV

$$\begin{array}{ccccccc} 2 & 1 & & 0 & & & 3 \\ x & y & & & & & A - B \\ x = \frac{2(A - B)}{3}, & & & & & & y = \frac{A - B}{3} \end{array}$$

①若 H_2 过量,原混合气体中 O_2 体积为 $\frac{A-B}{3}$ 升,混合气体中 H_2 为 $A - \frac{A-B}{3} = \frac{2A+B}{3}$ (升);

②若 O_2 过量,原混合气体中 O_2 体积是 $\frac{A-B}{3} + B = \frac{A+2B}{3}$ (升),原混合气体中 H_2 体积是 $A - \frac{A+2B}{3} = \frac{2(A-B)}{3}$ (升)。

例 6 1 体积 SO_2 和 3 体积空气混合后,在 450°C 以上通过 V_2O_5 催化剂,发生以下反应: $2SO_2(\text{气}) + O_2(\text{气}) \rightleftharpoons 2SO_3(\text{气})$,若同温同压下测得反应前后混合气体的密度比为 0.9:1,则反应掉的 SO_2 是原有 SO_2 的 _____ %。

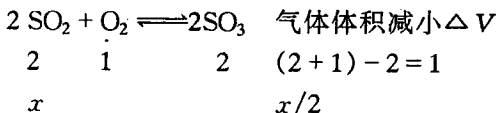
分析:要求反应的 SO_2 是原有 SO_2 的百分比,关键是求起了反应的 SO_2 是多少。由于反应在 450°C 以上进行,生成的 SO_3 是气体,现在已知在同温同压下反应前后混合气体的密度比,从密度比入手是解题的突破口。由于密度 $\rho = \text{气体物质质量 } m / \text{气体的体积 } V$,反应前后生成物和反应物都是气体,它们质量相等,密度不同是由于它们体积不同引起的。

$$\frac{\rho_{\text{始}}}{\rho_{\text{终}}} = \frac{m/V_{\text{始}}}{m/V_{\text{终}}} = \frac{V_{\text{终}}}{V_{\text{始}}} = \frac{0.9}{1}$$

(反应物和生成物均为气体,质量均为 m)由反应前后的体

积差可求出 SO_2 反应了多少,从而求出答案。

解:设反应掉的 SO_2 为 x 体积。



$$\therefore V_{\text{始}} = 1 + 3 = 4 (\text{体积})$$

终态气体体积 $V_{\text{终}} = V_{\text{始}} - \text{减小的气体体积 } x/2$

$$V_{\text{终}} = 4 - x/2$$

$$\therefore \frac{4 - x/2}{4} = \frac{0.9}{1}, x = 0.8$$

$\therefore$ 反应掉的 SO_2 是原有 SO_2 的: $\frac{0.8}{1} \times 100\% = 80\%$ 。

例7 在标准状况下,10克 CO 和 CO_2 的混合气体的体积为6.72升,则此混合气体中 CO 和 CO_2 的物质的量之比为()。

(A)1:1 (B)2:1 (C)4:3 (D)2:3

分析:由题中数据上看,无差值特征,利用常规解法也可解出,但可利用各组分组成差异,简化求解。由于 CO_2 比 CO 化学式组成中多一个“O”,故 CO 与 CO_2 的摩尔质量差 $\Delta W_1 = 16$ 克/摩。组分组成上的差异必然反映到混合物体积与质量间的对应关系上。

若选6.72升(标准状况下)的 CO 的质量为参照量。设6.72升全为 CO ,则 CO 质量是 $\frac{6.72}{22.4} \times 28 = 8.4$ (克),实际上混合气体质量10克,两者之差 $\Delta W_2 = 1.6$ (10 - 8.4)克就是 CO_2 中比 CO 中多含的“O”的质量,由 $\Delta W_2 / \Delta W_1$ 就可以求出 CO_2 的物质的量。

解: $\therefore$ 标准状况下混合气体6.72升即为: $\frac{6.72}{22.4} = 0.3$ (摩)。

若这 0.3 摩气体全是 CO , 则这纯 CO 质量与原混合气体质量的差为 $\Delta W_2 = 10 - 28 \times 0.3 = 1.6$ (克), 这 1.6 克之差是由于 CO_2 存在引起的, 每 1 摩尔 CO_2 比 1 摩尔 CO 重 16 克, 故混合气体中有 CO_2 物质的量: $\frac{1.6}{16} = 0.1$ (摩)

$$\therefore n_{\text{CO}} : n_{\text{CO}_2} = (0.3 - 0.1) : 0.1 = 2 : 1$$

故选 B。

思考题:

1. 25 毫升 H_2 和 O_2 的混合气体, 用电火花引燃后冷至室温, 剩余气体为 10 毫升, 原混合气体中 H_2 可能是()。

(A) 10 毫升 (B) 20 毫升 (C) 15 毫升 (D) 5 毫升

2. 相同条件下, 乙烯和乙炔的混合气体 x 摩, 充分燃烧后耗 $\text{O}_2 y$ 摩, 则原混合气体中乙烯与乙炔的体积比为()。

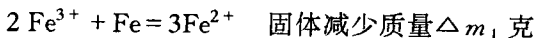
(A) $\frac{2y-5x}{2y-6x}$ (B) $\frac{2y-5x}{6x-2y}$ (C) $\frac{2x-y}{6x-2y}$ (D) $\frac{2x-y}{3x-y}$

二、固体质量差值法

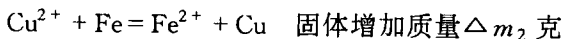
例 8 把过量的铁粉投入到 CuCl_2 和 FeCl_3 组成的混合液中, 充分反应后, 过滤清洗并干燥不溶物, 称得其质量与加入铁的质量相同, 求原混和物中两种溶质的物质的量比。

分析: 这是一个无数据的题, 似乎无法解答。但根据化学反应原理, 利用差值法是可以求解的, 把铁粉加入到 CuCl_2 和 FeCl_3 混合液中, 铁粉与 CuCl_2 和 FeCl_3 反应消耗质量, 使铁质量减少, 这有一个差值。又因铁与 CuCl_2 反应, 把铜置换出来附在铁上, 使其质量增加。铜的原子量比铁大, 这又有一个差值, 使铁粉质量增加。反应前后质量相等, 即前后两个差值相等, 这是解题的关键。

解: 设原溶液中有 x 摩尔 FeCl_3 和 y 摩尔 CuCl_2



$$\begin{array}{ccc} 2 & & 56 \\ x & & 28x \end{array}$$



$$\begin{array}{ccc} 1 & & 64 - 56 = 8 \\ y & & 8y \end{array}$$

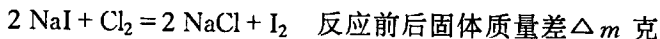
$\therefore$ 反应前后质量相同, 即 $28x = 8y$

$\therefore \frac{x}{y} = \frac{8}{28} = \frac{2}{7}$, 即原溶液中 FeCl_3 与 CuCl_2 物质的量之比为 2:7。

例 9 把 Cl_2 通入含 18.65 克 NaI 的溶液中, 一段时间后, 把溶液蒸干得到固体 9.5 克, 问此固体含有几种物质? 它们的质量各多少?

分析: 若通入氯气足量, 将会使 NaI 全部转化为 NaCl 和 I_2 , 在加热蒸发中, I_2 升华逸出, 剩下固体全部是 NaCl 。若通入的氯气不足, NaI 没有全部转化为 NaCl , 蒸干得的固体是 NaCl 和 NaI 的混合物。此题解答首先用差值判断, 氯气的量是否足量。由于 NaI 和 NaCl 分子量不同, 可以利用反应前后固体质量差不同, 求出生成的 NaCl 和反应的 NaI 各是多少。

解: 若 NaI 全部转化为 NaCl , 它们质量差为 W 克。



$$\begin{array}{ccc} 300 & 117 & 300 - 117 = 183 \\ 18.65 & & W \end{array}$$

$$300:18.65 = 183:W \quad W = 11.3765(\text{克})$$

11.3765 克 > 9.5 克, 故 NaI 未全部转化为 NaCl 。

设有 x 克 NaI 发生了转变生成 y 克 NaCl 。