

化学计算分类与技巧

刘再华 编

中山大学出版社

化学计算分类与技巧

刘再华 编

中山大学出版社
· 广州 ·

(粤)新登字 11 号

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

化学计算分类与技巧/刘再华 编. —广州: 中山大学出版社, 1994. 12

ISBN7-306-00765-3

I 书名 II 刘再华 III 化学—计算 IV O. 6

中山大学出版社出版发行

(广州市新港路 135 号)

阳江市教育印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 11 印张 1 插页 275 千字

1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—10000 册 定价: 8.80 元

目 录

第一部分 化学计算分类与技巧

一、守恒法	1
(一) 关于某物中某成份的质量百分含量问题	1
练习题	3
(二) 关于比较型问题	3
练习题	4
(三) 关于过量计算问题	5
练习题	6
(四) 关于天平平衡问题	6
练习题	7
(五) 关于一般型问题	8
练习题	8
(六) 关于某些涉及多个反应的问题	9
练习题	10
(七) 某些关于 pH 值的计算问题	11
练习题	12
(八) 关于某些求原子量的问题	12

练习题	14
(九) 关于二元混和物各组份的质量关系问题	14
练习题	18
(十) 关于二元混和物各组份的物质的量关系问题	19
练习题	20
(十一) 关于一些求化学式的问题	21
练习题	25
(十二) 关于多元混和物的组成问题	26
练习题	27
二、关系式法	29
(一) 普通一步关系式法	29
练习题	30
(二) 离子反应一步关系式法	30
练习题	32
(三) 离子反应两步关系式法	32
练习题	34
(四) 普通反应两步关系式法	35
练习题	36
(五) 多步关系式法	36
练习题	38
(六) 关于二元混和物的质量关系问题	38
练习题	40
(七) 关于二元混和物的物质的量关系问题	41
练习题	44
(八) 关于多元混和物各组份问题	45
练习题	49
(九) 关于多步连续反应的计算	50

练习题	54
三、差值法	55
(一) 关于气体体积的计算	56
练习题	57
(二) 关于产率、转化率等问题	58
练习题	60
(三) 关于一般问题	61
练习题	62
(四) 关于求分子量的一些问题	63
练习题	64
(五) 关于求化合价的一些问题	64
练习题	65
(六) 关于一些容器盛物问题	65
练习题	66
(七) 关于二元混和物的问题	66
练习题	68
(八) 关于有机物的燃烧问题	69
练习题	71
四、平均值估算法	72
(一) 关于求同位素的百分含量问题	72
练习题	73
(二) 关于求原子量问题	73
练习题	74
(三) 关于涉及平均分子量的问题	74
练习题	76
(四) 关于一些溶液的混和问题	77
练习题	78

五、分子组成法	76
(一) 关于求原子量问题	78
练习题	79
(二) 关于求分子量问题	79
练习题	80
(三) 关于化合价问题	80
练习题	81
(四) 关于求分子式问题	81
练习题	83
(五) 关于一些离子的计算问题	84
练习题	85
(六) 一些关于分子式的转换问题	85
练习题	86
(七) 关于根据分子组成求某元素的质量百分含量	
问题	87
练习题	88
(八) 关于有机物燃烧时的耗氧量问题	88
练习题	89
(九) 关于从燃烧产物判断有机混和物的组成问题	89
练习题	91
(十) 关于某些无机化学反应产物的判断问题	91
练习题	92
(十一) 关于掺杂问题	93
练习题	94
六、公倍数法	94
(一) 已知化合物中某元素的质量求分子式	95
练习题	96

(二) 已知化合物中某元素的质量百分含量求 分子式	96
练习题	97
(三) 关于掺杂问题	98
练习题	100
(四) 关于比较型问题	100
练习题	102
七、交叉法	104
(一) 关于浓度计算	105
练习题	107
(二) 关于同位素的丰度问题	108
练习题	110
(三) 关于涉及平均分子量的问题	110
练习题	112
(四) 关于平均组成问题	113
练习题	114
(五) 关于反应热问题	114
练习题	115
(六) 关于二元混和物各类计算问题	116
练习题	123
八、电子得失法	125
(一) 关于金属置换氢气问题	125
练习题	129
(二) 关于求原子量问题	130
练习题	131
(三) 关于电解问题	131
练习题	132

(四) 关于求化合价问题	133
练习题	134
(五) 关于二元混和物问题	134
练习题	137
(六) 关于多元混和物问题	139
练习题	141
九、电荷平衡法	143
(一) 关于单离子对问题	143
练习题	145
(二) 关于多离子对问题	146
练习题	149
(三) 关于比较型问题	150
练习题	151
(四) 关于综合计算题	151
练习题	156
十、根据方程式推断法	159
(一) 关于等效反应问题	159
练习题	160
(二) 关于反应前后气体体积不变的问题	160
练习题	161
(三) 关于灵活应用反应方程式系数判断问题	161
练习题	163
(四) 关于应用通式计算	164
练习题	165
(五) 关于可逆反应问题	166
练习题	167
(六) 关于全盘端出问题	169

练习题	171
(七) 关于具有讨论性质的问题	171
练习题	172
十一、归一法	173
(一) 关于比较型问题	173
练习题	175
(二) 关于一些气体与水反应的问题	175
练习题	176
(三) 关于分解率等问题	177
练习题	178
(四) 关于等量问题	178
练习题	180
(五) 关于一些电解问题	181
练习题	181
十二、相当法——代数法之一	182
练习题	186
十三、混合比例法——代数法之二	187
练习题	190
十四、极端法与交叉法联合解题	192
练习题	198
十五、综合法	200
练习题	208
十六、一题多解示例	217
十七、等物质的量原理应用示例	223

第二部分 练习题答案解说

附录 (SI 常用单位)	336
参考文献	340

第一部分 化学计算分类与技巧

一、守恒法

根据质量守恒定律进行计算,是化学计算的依据。在这里所说的守恒法的依据就是质量守恒定律。所谓“守恒”,就是根据题目所给条件,抓住题目的特点,依据某种元素的原子、离子、某种原子团或某种特定组合,在化学反应过程中的守恒关系进行计算。利用守恒法处理计算题时,关键是找到守恒对象。利用守恒法进行计算可把依据化学方程式的计算转化为依据化学式的计算,因而可以大大简化计算过程。在计算过程中可用质量关系计算,亦可用物质的量关系进行计算,但以物质的量关系计算显得优越一些。大多数的化学计算题可用守恒法处理。

(一) 关于某物中某成份的质量百分含量问题

例 1.1.1 8.0 g SO_3 溶于 92 g 水中,所得溶液的质量百分比浓度是多少?

分析: 在本题中,什么是溶质? 因为 SO_3 与水发生了反应,生成了 H_2SO_4 , 所以 H_2SO_4 是溶质。从 SO_3 和 H_2SO_4 这两

个分子式看, S 原子在反应前后是守恒的。因此, 推出反应前的 S 和反应后的 S 的物质的量是相等的, 并推得 S 的物质的量在数值上与 SO_3 或 H_2SO_4 的物质的量也是相等的。根据这原理, 就可计算了。

解: 8.0 g SO_3 中含有 S 是 $8.0 \div 80 = 0.10 (\text{mol})$,

故 H_2SO_4 也是 0.10 mol 。∴ 溶液的质量百分比浓度是

$$98 \times 0.1 \div (8.0 + 92) \times 100\% = 9.8\%$$

答: (略)

例 1.1.2 $7.8 \text{ g Na}_2\text{O}_2$ 溶于 92.2 g 水后, 所得溶液的质量百分比浓度是多少?

分析: 在本题中, Na_2O_2 与水的反应, 除生成 NaOH 外, 还生成了 O_2 ; 因此, 溶液总质量就不是题给两物之和了。由 Na_2O_2 与 NaOH 两个分子式以及根据 Na^+ 守恒看, 生成的 NaOH 的物质的量, 肯定是 Na_2O_2 的物质的量的两倍。而从 Na_2O_2 看氧元素, 化合价为 -1 价, 在此题条件下是自身氧化-还原反应, 氧元素的化合价必定是升降相等, 则放出的氧气折为氧原子的物质的量肯定是原 Na_2O_2 中氧原子的物质的量的一半。

解: Na_2O_2 折合 $7.8 \div 78 = 0.10 (\text{mol})$

∴ 生成 NaOH , 依 Na^+ 守恒是 $0.10 \times 2 = 0.20 (\text{mol})$, 折合质量是 $40 \times 0.20 = 8.0 (\text{g})$

∴ Na_2O_2 是自身氧化-还原反应, 放出 O_2 是

$$0.10 \times 2 \div 2 \times 16 = 1.6 (\text{g})$$

∴ 溶液的质量百分比浓度是

$$8.0 \div (7.8 + 92.2 - 1.6) \times 100\% = 8.1\%$$

答: (略)

练 习 题

1.1.1 在相同条件下,把氯化氢气体和水蒸气按体积比 1:9 混和。当把它们完全变为液态时,所得溶液的质量百分比浓度是多少?

1.1.2 将 4.6 g 金属钠溶于 95.4 g 水中,所得的溶液的质量百分比浓度是

(A) 4.6% (B) 小于 4.6% (C) 8% (D) 大于 8%

1.1.3 将同温同压条件下的氢气、氧气、氯气按体积比为 9:4:1 进行混和,并充入一个密闭容器中,经电火花点燃后,再冷却至常温。所得的溶液的质量百分比浓度是多少?

(二) 关于比较型问题

例 1.2.1 现有金属钠、氧化钠、过氧化钠和氢氧化钠四种物质都是 31.97 g。把它们溶于水后,都配成 100 mL 溶液。其中物质的量浓度最大的是_____。

分析: 本题给出四种物质,要求四种溶液的物质的量浓度。这样的题目,不应逐一去求解,而应该用推理法去解。题目虽给出 31.97 g 这个数字,实际是等质量的问题,完全可以撇开 31.97 g 而把四种物质都设为 1 g。四种物质溶于水后都成为 NaOH 了,如果 NaOH 的物质的量大,则溶液的物质的量浓度就大。因此,可把题给四种物质折算为 Na 的物质的量计,Na 的物质的量大者则 NaOH 的物质的量就大。

解: 为了比较的方便,把题给四种物质重新设为 1 g。

1 g 金属钠相当 $1/23$ mol; 1 g Na_2O 相当于 $2 \times 1/62 = 1/31$ mol Na; 1 g Na_2O_2 相当于 $1 \times 2/78 = 1/39$ mol Na; 1 g NaOH 相当于 Na $1 \times 1/40 = 1/40$ (mol)。比较上面四个结果, $1/23$ mol 最大。因此,配成 100 mL 水溶液后,是 31.97 g 金属钠所对应的水溶液的物质的量浓度大。

例 1.2.2 现有碳酸钙、碳酸钠、碳酸氢铵、碳酸钡四种物质。如果它们各有 a g, 并用足量的盐酸去处理它们, 当反应完毕后, 在同一状况下, 产生气体最多的物质是_____。

分析: 本题中四种物质都含 C, C 的物质的量大者, 生成的 CO_2 就多。也就是说, 本题可用 C 守恒进行计算。这是一种解题思路。

还可按以下思路解题:

我们分析四种物质的分子式: CaCO_3 , Na_2CO_3 , NH_4HCO_3 , BaCO_3 。在这里, 不妨把它们变形成为 $\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$, $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2$, $\text{NH}_4\text{HO} \cdot \text{CO}_2$, $\text{BaO} \cdot \text{CO}_2$ 。每种物质中都含“ CO_2 ”, 这也是个守恒对象。为了比较方便, 把 a g 定为 1 g。

解: 设题给四物都为 1 g, 根据 CaCO_3 , Na_2CO_3 , NH_4HCO_3 , BaCO_3 。1 g 上述四物分别含“ CO_2 ” $1/100$ mol, $1/106$ mol, $1/79$ mol, $1/197$ mol。很明显 $1/79$ mol 最大。所以, 产生的 CO_2 是碳酸氢铵最多。

练 习 题

1.2.1 将下列各物质 11.03 g 分别溶于适量的盐酸溶液中, 再用水配成 1000 mL 溶液。其中含金属离子的物质的量浓度最大的是

- (A) Na_2O (B) Zn (C) CaO (D) Fe_2O_3

1.2.2 现有① 乙烯、② 乙醇、③ 丁醛、④ 丙酸四种物质, 质量都是 25.39 g。把它们置于足量的氧气中燃烧, 并把燃烧产物恢复至常温, 所得气体体积最大的是_____。

1.2.3 将 Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Na_2CO_3 , BaCO_3 各 3.87 g, 分别溶于等量的足够多的盐酸溶液之中, 然后再用水配成等体积的溶液。溶液中所含的金属离子的物质的量浓度最接近的是_____。

(三) 关于过量计算问题

例 1.3.1 现有 17.1 g 氢氧化钡,溶于水后,配成 100 mL 溶液,使它和 50 mL $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸反应,生成的氯化钡是多少克?

分析: 本题属过量计算题。凡是过量计算题,都要对两种反应物进行判断,看哪种物质过量。判断方法颇多。在此,我们用守恒法进行判断。方法是:假设 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 全变 BaCl_2 ,可得 BaCl_2 多少? 假如盐酸中 HCl 全变为 BaCl_2 ,又可得 BaCl_2 多少? 两者比较,少者便是结果。

解: 以 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中 Ba 守恒考虑,可得 BaCl_2 是

$$17.1 \div 171 = 0.1 \text{ (mol)}$$

以 HCl 中 Cl 守恒考虑,可得 BaCl_2 是

$$3 \times 50 \times 10^{-3} \div 2 = 0.075 \text{ (mol)}$$

所以应得 BaCl_2 是 0.075 (mol),折合质量是

$$208 \times 0.075 = 15.6 \text{ (g)}$$

答: (略)

例 1.3.2 将 5.4 g 纯净的金属铝投入到 500 mL 的 $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液中去,充分反应后,得盐多少克?

分析: 金属铝与氢氧化钠水溶液反应,是分两步进行的,如果分步处理本题,比较繁。根据反应实质,最后生成的盐是 NaAlO_2 ,完全可用 Na 以及 Al 的守恒共同处理。

解: 假设铝全部反应完毕而成 NaAlO_2 ,可得 NaAlO_2

$$82 \div 27 \times 5.4 = 16.4 \text{ (g)}$$

假设 NaOH 完全变成 NaAlO_2 可得 NaAlO_2

$$82 \times 5 \times 500 \times 10^{-3} = 205 \text{ (g)}$$

∴ 实得 NaAlO_2 是 16.4 g

答：(略)

练 习 题

1.3.1 将 1.60 g Fe_2O_3 溶于 100 mL 的 0.6 mol/L 的盐酸中,生成的铁盐的质量多少?

1.3.2 将 6.5 g 完全纯净的锌片投入到 50 mL 的 5 mol/L 的烧碱溶液中去,待充分反应之后,得到的盐是多少克?

1.3.3 磷和氧气的反应,在两个容器中,控制不同的条件,可分别按如下两种方式进行: $4\text{P}+3\text{O}_2=2\text{P}_2\text{O}_3$, $4\text{P}+5\text{O}_2=2\text{P}_2\text{O}_5$ 。若在两个容器中分别加进 2.5 mol P 和 2.5 mol O_2 ,经充分反应后,所得的 P_2O_3 和 P_2O_5 的物质的量之比是多少?

(四) 关于天平平衡问题

例 1.4.1 在天平的两盘上分别放置两个质量完全相等的烧杯,往烧杯中注入等体积的等浓度的足够多的稀硫酸,此时天平平衡。然后分别向两烧杯中加入等质量的纯碱和小苏打。反应完毕后,天平具体状况如何?

分析:关于天平平衡问题,解题思路有两种:一是求留下物质;二是求跑掉的物质。至于采取哪种方式,要看题给条件。对于本题,求跑掉的为好。因为 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 与盐酸反应都有 CO_2 产生,可用 C 原子守恒处理。

解:设 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 都为 1 g。可列表如下:

	Na_2CO_3	NaHCO_3
质量	1 g	1 g
含 C	1/106 mol	1/84 mol

因 $1/106 < 1/84$, 则加入 Na_2CO_3 一端生成 CO_2 少,较重。

答：反应完毕后，加入 Na_2CO_3 一端较重。

例 1.4.2 在天平两盘上分别放上两个质量完全相等的烧杯，在烧杯中注入足够多的等体积的某盐酸溶液，此时天平平衡；然后分别向两杯中投入 6.3 g 氧化铁和若干克碳酸钙，为使天平平衡，应加碳酸钙多少克？

分析：本题涉及的两个反应中，有一个反应无气体产生，因而求留下的为好。一杯中加 6.3 g Fe_2O_3 ，可不管它的产物形式，反正，都留在烧杯中，只是增重 6.3 g；因此，另一端必须增重 6.3 g 才能保持天平平衡。为了计算方便，我们把 CaCO_3 写成 $\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$ 形式，留在溶液中的是 CaO 部分，即增重的 6.3 g 物质，可折为 CaO 计。

解：投入 CaCO_3 一端必须增重 6.3 g 物质。把 CaCO_3 写为 $\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$ ，即增重的相当于 6.3 g CaO 。

加入的 CaCO_3 是 $100 \div 56 \times 6.3 = 11.25$ (g)

答：(略)

练 习 题

1.4.1 在天平的两端的两盘上分别放上两个质量完全相等的烧杯，在杯中分别加入质量完全相等的足够多的金属镁和金属铝；再向两烧杯中分别注入少量的体积也相等的同一硫酸溶液。待反应停止后，判断天平的状况。

1.4.2 将两只盛有同浓度、同体积的足够多的盐酸溶液的烧杯，分别置于天平左右两盘上，把天平调至平衡状态；之后，在左杯中加入 3.6 g 铝粉，为使天平最终保持平衡，则在右杯中应加入多少克镁粉？

1.4.3 在天平左右两盘上，分别放上两个质量完全相等的烧杯，在两烧杯中分别注入足够多的某种浓度的等体积的盐酸溶液；然后向两烧杯中分别投入等质量的碳酸钙和碳酸钡，待反应完全停止后，判断