

化学计算类型题及习题

刘铁梅 李洪奎



化学计算类型题及习题

刘铁梅 李洪奎 编

吉林教育出版社

前 言

化学计算是中学化学教学中的重要组成部分。为了帮助在校的初中、高中学生和自学青年掌握好化学计算，我们结合多年的教学实践，编写了这本《化学计算类型题及习题》。编写过程中，我们力求做到：计算类型全；计算方法灵活、规律性强；例题和习题具有典型性。

为了便于复习和选题，全书分为初中和高中两部分。初中部分包括：分子式、溶解度、溶液浓度及反应方程式的计算；高中部分包括：化学量、化学式、溶液、反应方程式、化学反应速度和化学平衡、有机物分子式的确定等计算，共十章。每章又由基础知识、计算类型和例题、习题、习题解答等构成完整的知识体系。在典型题和难题的讲解中，着重分析了解题思路和归纳了解题规律，有助于培养自学能力。

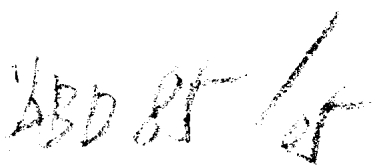
本书的例题和习题主要选自近几年的高考总复习中的习题，并选取了部分中学的优秀练习题。这些例题和习题基本覆盖了初中、高中化学计算的全部内容，完成这些计算会对同学有较大益处。

编写过程中承蒙长春市十一中学校领导的关怀和帮助，化学组袁艳秋老师核对了部分答案，在此表示感谢。

由于成稿时间仓促，难免存在缺点和错误，敬请读者批评指正。

编 者

1985年1月于长春



目 录

初 中 部 分

第一章 根据分子式的计算	1
基础知识	1
计算类型和例题	1
练习一	10
第二章 有关溶解度的计算	10
基础知识	10
计算类型和例题	11
练习二	19
第三章 关于溶液浓度的计算	21
基础知识	21
计算类型和例题	22
练习三	29
第四章 根据化学方程式的计算	30
基础知识	30
计算类型和例题	30
练习四	44

高 中 部 分

第一章 化学量的基本计算	46
一、摩尔	46
基础知识	46

计算类型和例题	48
练习一	58
二、气体摩尔体积	59
基础知识	59
计算类型和例题	62
练习二	77
三、克当量	78
基础知识	78
计算类型和例题	82
练习三	89
第二章 关于化学式的计算	91
基础知识	91
计算类型和例题	92
练习四	99
第三章 有关溶液的计算	101
一、关于溶液浓度的计算	101
基础知识	101
计算类型和例题	103
练习五	110
二、关于电离度和电离常数的计算	111
基础知识	111
计算类型和例题	113
练习六	120
三、关于pH值的计算	122
基础知识	122
计算类型和例题	123
练习七	129
第四章 根据化学方程式的计算	130
基础知识	130

计算类型和例题	131
(一) 关于求反应物和生成物的基本计算	131
(二) 关于反应物和生成物中含有杂质的计算	135
练习八	137
(三) 关于利用率和产率的计算	139
(四) 关于反应物过量问题的计算	143
练习九	148
(五) 关于多步连续反应的计算	149
(六) 关于混和物的计算	151
练习十	154
(七) 关于热化学方程式的计算	156
(八) 关于键能和反应热的计算	158
练习十一	160
第五章 化学反应速度和化学平衡	161
一、化学反应速度	161
基础知识	161
计算类型和例题	162
二、化学平衡	164
基础知识	164
计算类型和例题	166
练习十二	174
第六章 有机物分子式及结构式的确定	176
计算类型和例题	176
练习十三	195
练习参考题解	199
初中部分	199
高中部分	221

初 中 部 分

第一章 根据分子式的计算

基 础 知 识

用元素符号来表示物质分子组成的式子叫做分子式。

分子式的含义：

1. 表示这种物质；
2. 表示这种物质的一个分子；
3. 表示组成这种物质的各种元素；
4. 表示物质的一个分子里各元素的原子个数；
5. 表示组成物质的各元素的质量比；
6. 表示这种物质的分子量。

计算类型和例题

(一) 根据分子式求分子量

一个分子中各原子的原子量的总和是该分子的分子量。

【例1】求 NH_4NO_3 、 NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的分子量。

解：在 NH_4NO_3 分子中，含有二个氮原子，四个氢原子、三个氧原子。

NH_4NO_3 的分子量为：

$$14 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 3 = 80$$

同理, NH_4Cl 的分子量为:

$$14 \times 1 + 1 \times 4 + 35.5 \times 1 = 53.5$$

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的分子量为:

$$14 \times 2 + 1 \times 8 + 32 \times 1 + 16 \times 4 = 132$$

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的分子量为:

$$12 \times 1 + 16 \times 1 + 14 \times 2 + 1 \times 4 = 60$$

答: NH_4NO_3 、 NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的分子量分别为80、53.5、132、60。

(二) 求物质中各元素的质量比

化合物里各种元素的质量比, 等于化合物分子里各元素的原子个数和该元素原子量的乘积之比。

【例2】求氧化铜和氧化亚铜中, 铜、氧两元素的质量比各是多少?

解: 氧化铜的分子式为 CuO , 所以铜、氧两种原子的总质量分别为: 64×1 和 16×1 。

铜、氧两元素的质量比为:

$$\text{Cu} : \text{O} = 64 : 16 = 4 : 1$$

同理, 氧化亚铜(Cu_2O)中, 铜、氧两元素的质量比为:

$$\text{Cu} : \text{O} = 64 \times 2 : 16 = 8 : 1$$

答: 氧化铜和氧化亚铜中铜和氧的质量比分别为4:1和8:1。

(三) 求化合物中某元素的质量百分组成

元素在化合物里的百分组成, 就是将化合物里某元素的原子总质量对化合物分子量的比用百分数来表示。即:

某元素的百分组成

$$= \frac{\text{元素的原子量} \times \text{该元素的原子个数}}{\text{化合物的分子量}} \times 100\%$$

【例3】求硝酸钾中各元素的百分组成。

解：硝酸钾的分子式为 KNO_3 。

分子量为： $39 + 14 + 16 \times 3 = 101$

根据公式，

$$\text{K}\% = \frac{\text{K}}{\text{KNO}_3} \times 100\%$$

$$\text{K}\% = \frac{39}{101} \times 100\% = 38.61\%$$

同理：

$$\text{N}\% = \frac{14}{101} \times 100\% = 13.86\%$$

$$\text{O}\% = \frac{16 \times 3}{101} \times 100\% = 47.52\%$$

答：硝酸钾中钾、氮、氧三种元素的百分组成分别是38.61%、13.86%和47.52%。

【例4】求硫酸铜晶体 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 中，结晶水的百分含量。

解：根据公式，

$$\text{H}_2\text{O}\% = \frac{5\text{H}_2\text{O}}{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}\text{H}_2\text{O}\% &= \frac{18 \times 5}{64 + 32 + 16 \times 4 + 18 \times 5} \times 100\% \\ &= \frac{90}{250} \times 100\% = 36\%\end{aligned}$$

答：硫酸铜晶体中水的百分含量为36%。

【例5】将2.166克氧化汞加热完全分解后，得2.006克

汞和0.16克氧气。求氧化汞中各元素的质量百分组成。

$$\text{解: } \text{Hg}\% = \frac{W_{\text{Hg}}}{W_{\text{化合物}}} \times 100\% \quad (W_{\text{Hg}}, W_{\text{化合物}} \text{ 分别为}$$

汞和化合物的质量)

$$= \frac{2.006}{2.166} \times 100\%$$

$$= 92.61\%$$

氧化汞只有汞和氧两种元素组成,

$$\text{O}\% = 1 - 92.61\% = 7.39\%$$

答: 氧化汞中汞和氧的百分含量分别为 92.61% 和 7.39%。

【例 6】求 NH_4HCO_3 、 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 四种氮肥中, 哪种肥效高。

解: 肥效的高低, 就是氮肥中氮元素的含量的高低, 故分别求出几种氮肥的含氮量即可。

NH_4HCO_3 中的含氮量为:

$$\frac{\text{N}}{\text{NH}_4\text{HCO}_3} \times 100\% = \frac{14}{79} \times 100\% = 17.7\%$$

NH_4NO_3 中的含氮量为:

$$\frac{2\text{N}}{\text{NH}_4\text{NO}_3} \times 100\% = \frac{28}{80} \times 100\% = 35.0\%$$

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 中的含氮量为:

$$\frac{2\text{N}}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100\% = \frac{28}{132} \times 100\% = 21.2\%$$

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 中的含氮量为:

$$\frac{2\text{N}}{\text{CO}(\text{NH}_2)_2} \times 100\% = \frac{28}{60} \times 100\% = 46.7\%$$

答：四种氮肥中尿素的肥效最高。

(四) 求一定量化合物中某元素的质量

根据化合物中某元素的百分含量，可以求出一定量的该化合物中某元素的质量。即：元素的质量 = 化合物的质量 × 元素在该化合物中的百分含量。

【例7】求20克 NH_4NO_3 中含氮元素多少克？

解： NH_4NO_3 中氮的百分含量为：

$$\frac{2\text{N}}{\text{NH}_4\text{NO}_3} \times 100\% = \frac{14 \times 2}{80} \times 100\% \\ = 35.0\%$$

20克 NH_4NO_3 中含氮元素的质量为：

$$20 \times 35.0\% = 7 \text{ (克)}$$

答：20克 NH_4NO_3 中含氮元素为7克。

【例8】求在多少克碳酸钾中含有钾50克？

解：设碳酸钾为x克。

K_2CO_3 中钾的百分含量为：

$$\frac{2\text{K}}{\text{K}_2\text{CO}_3} \times 100\% = \frac{2 \times 39}{138} \times 100\%$$

$$x \times \frac{2 \times 39}{138} \times 100\% = 50$$

$$x = 50 \div \frac{2 \times 39}{138} = 88.5 \text{ (克)}$$

答：在88.5克 K_2CO_3 中含钾50克。

【例9】求电解36吨纯水，可得氢气和氧气多少吨？

解：电解水的反应



电解后水中氢元素全部变成氢气，氧元素全部变成氧气。根据质量守恒定律，电解得到氢气和氧气的质量，就是36吨水中所含氢元素和氧元素的质量。

∴ 水中氢元素的百分含量为：

$$\frac{2\text{H}}{2\text{H}_2\text{O}} \times 100\% = \frac{1 \times 2}{18} \times 100\%$$

∴ 36吨水中含氢元素的质量为：

$$36 \times \frac{2}{18} = 4 \text{ (吨)}$$

∴ 水由氢、氧两种元素组成，

∴ 氧元素质量为：

$$36 - 4 = 32 \text{ (吨)}$$

答：电解36吨水得氢气4吨，氧气32吨。

(五) 求混和物里某元素(某成分)的百分组成

混和物中某元素的百分含量，可根据含某元素的化合物的分子式，求出纯净物中某元素的百分含量。再根据化合物在混和物里的纯度，求出某元素占混和物的百分含量。即：

混和物中某元素的百分含量 = 纯净物中某元素的百分含量 × 该物质的纯度

【例10】某地发现的赤铁矿中，含 Fe_2O_3 为70%，含 SiO_2 为20%。求矿石中含铁和硅的百分含量。

解：根据公式：

$$\therefore \text{矿石中Fe}\% = \frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \times 100\% \times \text{Fe}_2\text{O}_3\%$$

$$\therefore \text{矿石中Fe}\% = \frac{56 \times 2}{160} \times 70\% = 49\%$$

同理，硅占矿石中的百分含量为：

$$\text{Si}\% = \frac{28}{60} \times 20\% = 9.3\%$$

答：矿石中含铁为49%，含硅为9.3%。

【例11】已知水藻灰中含碘3%，则相当于在水藻灰中含碘化钾百分之几？

解：设水藻灰中含KI为x。

根据公式，在水藻灰中含碘为：

$$\text{I}\% = \frac{\text{I}}{\text{KI}} \times 100\% \times x$$

$$\text{则 } 3\% = \frac{127}{166} \times 100\% \times x$$

$$x = 3\% \div \frac{127}{166} = 3.92\%$$

答：相当于水藻灰中含KI为3.92%。

【例12】在辉铜矿里含硫化亚铜20%，若要炼出2.54吨纯铜，最少需这种辉铜矿多少吨？

解：（1）求辉铜矿中铜的含量：

$$\text{Cu}\% = \frac{2\text{Cu}}{\text{Cu}_2\text{S}} \times 100\% \times \text{Cu}_2\text{S}\%$$

$$\text{Cu}\% = \frac{64 \times 2}{160} \times 100\% \times 20\%$$

$$= 16\%$$

（2）求炼2.54吨纯铜，需矿石量：

设需辉铜矿x吨。

$$x \cdot 16\% = 2.54$$

$$x = \frac{2.54}{16\%} = 15.88 \text{ (吨)}$$

答：炼2.54吨纯铜最少需这种辉铜矿15.88吨。

【例13】某铁矿石含 Fe_2O_3 为42%，用这种矿石多少吨能炼出1吨含铁97%的生铁？

解：（1）求矿石中铁的百分含量：

$$\text{Fe}\% = \frac{2\text{Fe}}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \times 100\% \times \text{Fe}_2\text{O}_3\%$$

$$\text{Fe}\% = \frac{56 \times 2}{160} \times 100\% \times 42\%$$

$$= 29.4\%$$

（2）求1吨生铁中纯铁的量：

$$1 \times 97\% = 0.97 \text{ (吨)}$$

（3）求需矿石的量：

设需矿石 x 吨。

$$x \times 29.4\% = 0.97$$

$$x = \frac{0.97}{29.4\%} = 3.3 \text{ (吨)}$$

答：炼1吨含铁97%的生铁，需矿石3.3吨。

【例14】某厂分析含氯化锌的样品0.050克，测得锌为0.022克。求样品中氯化锌的纯度。

解法 I：

$$\text{纯度} = \frac{\text{纯物质质量}}{\text{不纯物总质量}} \times 100\%$$

（1）求样品中含纯氯化锌的质量：

设含 ZnCl_2 为 x 克。

∴ ZnCl_2 中 Zn 的百分含量为：

$$\frac{\text{Zn}}{\text{ZnCl}_2} \times 100\% = \frac{65}{136} \times 100\%$$

$$\therefore x \times \frac{65}{136} \times 100\% = 0.022$$

$$x = 0.022 \div \frac{65}{136} = 0.046 \text{ (克)}$$

(2) 求 ZnCl_2 的纯度

$$\begin{aligned}\text{ZnCl}_2 \% &= \frac{W_{\text{ZnCl}_2}}{W_{\text{样品}}} \times 100\% \\ &= \frac{0.046}{0.050} \times 100\% \\ &= 92\%\end{aligned}$$

解法 I：

从样品中 Zn 的百分含量出发，直接求样品中 ZnCl_2 的纯度。

设 ZnCl_2 的纯度为 x 。

根据样品中 Zn 的百分含量公式：

$$\text{Zn}\% = \frac{\text{Zn}}{\text{ZnCl}_2} \times 100\% \times \text{ZnCl}_2 \%$$

$$\text{则：} \frac{0.022}{0.050} \times 100\% = \frac{65}{136} \times 100\% \times x$$

$$\begin{aligned}x &= \frac{0.022}{0.050} \div \frac{65}{136} \times 100\% \\ &= 92\%\end{aligned}$$

答：样品中 ZnCl_2 的纯度为 92%。

练 习 一

1. 分析 8 克氢氧化钠得 4.6 克钠、3.2 克氧和 0.2 克氢。
求氢氧化钠中各元素的百分组成。
2. 求石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 中硫酸钙和结晶水的质量比。
3. 30 公斤纯净尿素 [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] 中含氮多少公斤?
4. 20 吨含碳酸钙 90% 的石灰石含钙多少吨?
5. 多少克三氧化硫和 2 克二氧化硫所含的硫相等?
6. 某试验田原计划施 50 公斤碳酸氢铵, 现改用施含硫酸铵 90% 的氮肥多少公斤二者肥效才能相等?
7. 20% 的氨水的含氮量是多少? 如含氮 100 公斤时, 则取 20% 的氨水多少公斤?
8. 日产生铁 1000 吨 (生铁中含杂质 2%) 的高炉, 每天用含氧化铁 80% 的赤铁矿多少吨?
9. 分析某赤铁矿含铁 51%, 求该赤铁矿含氧化铁的百分率。
10. 某二价金属氧化物 4 克和它的硫酸盐 12 克中含金属元素的质量相等。确定该元素的原子量。

第三章 有关溶解度的计算

基础知识

1. 溶解度

在一定温度下, 某物质在 100 克溶剂里达到溶解平衡状

态时所溶解的克数，叫做这种物质在这种溶剂里溶解度。

2. 在一定温度下的饱和溶液里，溶质、溶剂和溶液之间质量的关系。

在一定温度下的饱和溶液里，溶质、溶剂和溶液的质量，有一定的比例关系。如20℃时，100克水中溶解204克蔗糖，达到溶解平衡时，溶液为饱和溶液，溶液质量为204 + 100 = 304克。如取10克水（为原溶剂质量的 $\frac{1}{10}$ ），20℃时溶解20.4克蔗糖（为原溶质质量的 $\frac{1}{10}$ ）也达到了溶解平衡，则此饱和溶液质量为20.4 + 10 = 30.4克（为原溶液质量的 $\frac{1}{10}$ ）。

可见，该饱和溶液中，溶质、溶剂和溶液质量的关系是成比例的。可用下式来表示：

20℃时蔗糖的饱和溶液中

溶剂量	溶质量	溶液量
100克	204克	304克
10克	20.4克	30.4克

$$\text{即：} \frac{100}{10} = \frac{204}{20.4} = \frac{304}{30.4} \text{ 成比例。}$$

写成通式为：

$$\frac{100\text{克}}{\text{溶剂质量}} = \frac{\text{溶解度}}{\text{溶质质量}} = \frac{100\text{克} + \text{溶解度}}{\text{饱和溶液质量}}$$

这个比例式就是我们进行溶解度计算的基础。关键是一温度下的同种物质的饱和溶液，否则是不成比例的。

计算类型和例题

(一) 求在一定温度下的饱和溶液中的溶剂量、溶质量