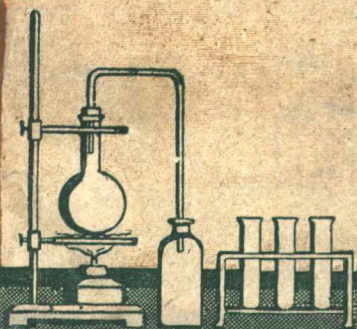


# 中学化学计算题选解

福建教育学院化学教研组編



福建人民出版社

## 說 明

学习化学計算和解化学計算題可以培养独立思考、分析問題、解决問題的能力和运用化学知識的技能技巧；同时，可以获得从事工农业生产所必須掌握的化学基本計算的基础知識和技能。所以，化学計算在中学化学教学中具有重要的地位。目前适合于中学程度的化学計算书籍較少，不能滿足同学課外閱讀以及教师教学参考的要求。基于此种原因，我們特根据“中学化学教学大綱（修訂草案）”对化学計算的要求，把現行各年級化学課本有关这方面的內容加以概括、綜合并給予适当的补充，写成这本中学化学課外讀物。

本书的內容分为四章。第一章为根据元素符号、分子式的計算。第二章为关于确定最簡式、分子量和分子式的計算。第三章为根据化学方程式的計算。第四章为关于溶解度、溶液濃度和电离度的計算。每一章中的每一項內容都包括理論說明、例題和习題三部分。理論說明在于使讀者掌握进行化学計算的原理和規律；例題在于具体分析說明每一类型的計算方法和步驟；习題則便于讀者選擇以供練習之用。全书最后有总的練習題，并附有各部分計算題的答案，以供讀者进行复习演算和核对答案之用。

本书在編写时，特別注意選擇和工农业生产有关的計算題作为例題和习題。以便培养同学解决实际問題的能力，也体现了化学計算在工农业生产中的应用。另外，我們編写时，曾参

写了一些有关化学計算的书籍，并引用了同类书籍中的某些习题，限于篇幅，不一一詳列，謹此說明并向作者致謝。由于我們水平的限制，这本书会有不妥当或錯誤的地方，盼望各地教师和同学及时給我們指出，我們无限地欢迎。来信請寄福州市福建教育学院化学教研組。

**福建教育学院**

1959年10月

# 目 录

## 說 明

### 第一章 根据元素符号、分子式的計算

- 一、关于克原子、克分子的計算……………( 1 )
- 二、关于当量和克当量的計算……………( 7 )
- 三、計算一定重量的化合物中所含某元素的重量……………( 11 )
- 四、已知某元素的重量，求含这元素的化合物的重量  
……………( 13 )
- 五、計算化合物里各元素的重量比和重量百分比……………( 16 )
- 六、关于結晶水化物的計算……………( 24 )
- 七、計算气态物質的密度……………( 29 )

### 第二章 关于确定最簡式、分子量和分子式的計算

- 一、最簡式的确定法……………( 35 )
- 二、气态物質分子量的确定法……………( 45 )
- 三、分子式的确定法……………( 51 )

### 第三章 根据化学方程式的計算

- 一、关于反应物或生成物的重量的基本計算……………( 62 )
- 二、关于气态物質反应物或生成物的体积的計算……………( 67 )
- 三、由一定量反应物經過几个生产步骤計算最后  
生成物的量……………( 74 )
- 四、关于过量問題的計算……………( 78 )

五、反应物或生成物含有杂质的重量计算.....( 84 )

六、关于生产率和利用率的计算.....( 93 )

七、其他类型的计算.....( 99 )

#### 第四章 关于溶解度、溶液的浓度和电离度的计算

一、关于溶解度的计算.....( 105 )

(一) 由已知溶剂(或饱和溶液)和溶质的重量计算

物质的溶解度.....( 106 )

(二) 根据物质的溶解度计算溶质和溶剂的重量.....( 107 )

(三) 由饱和溶液析出晶体的计算.....( 110 )

二、关于溶液浓度的计算.....( 112 )

(一) 溶液的百分比浓度的计算.....( 113 )

(二) 溶液的克分子浓度的计算.....( 119 )

(三) 溶液的克当量浓度的计算.....( 126 )

(四) 溶液的稀释、混和问题的计算.....( 132 )

(五) 根据化学反应的有关溶液浓度的计算.....( 139 )

三、关于电离度的计算.....( 146 )

#### 总 习 题

习 题 答 案.....( 164 )

#### 附 录

重要元素的原子量表(化成整数的).....( 181 )

几种常见物质的溶解度表.....( 182 )

不同浓度盐酸在 15° C 时的比重.....( 183 )

不同浓度硫酸在 15° C 时的比重.....( 184 )

不同浓度硝酸在 15° C 时的比重.....( 185 )

# 第一章 根据元素符号、分子式的計算

元素符号不仅代表一种元素；这种元素的一个原子；还代表这种元素的原子量和这种元素的一个克原子。分子是由原子組成的，所以分子式不仅代表物質的一个分子；还表明組成此物質的各种元素的原子和各种原子的数目；表明組成此物質的各种元素的原子量的总和——分子量和这种物質的一个克分子。

元素符号和分子式既然含有量的意义，所以根据它們可以进行各种計算。

## 一、关于克原子、克分子的計算

在化学計算上，采用克原子、克分子有很大的方便。我們在研究根据元素符号、分子式的計算时，要用到它們，在研究其他的化学計算时，也要用到它們。所以，我們應該首先掌握克原子和克分子的概念。

克原子和克分子是用来表示物質的 weights 的特殊单位。

元素的一定的量，用克做单位来表示，在数目上跟它的原子量相同，这一定的量就叫做克原子。例如：氧的原子量是16，1克原子氧就等于16克；鉄的原子量是56，1克原子鉄就等于56克。克原子通常用GA来表示。

物質的一定的量，用克做单位来表示，在数目上跟它的分子量相同，这一定的量就叫做克分子。例如：氢 ( $H_2$ ) 的分子量是2，1克分子氢的重量就等于2克；二氧化碳 ( $CO_2$ ) 的

分子量是44，1克分子二氧化碳的重量就等于44克。克分子通常用GM来表示。

克原子、克分子不但表示物质的重量，并且表示物质的原子数或分子数。例如：1克原子氧表示16克的氧，这16克的氧，也就是 $6.02 \times 10^{23}$ 个氧原子重量的总和；1克原子铁表示56克的铁，这56克的铁，也就是 $6.02 \times 10^{23}$ 个铁原子重量的总和。从这里可以看出，1克原子的任何元素都含有 $6.02 \times 10^{23}$ 个原子，也就是都含有同数的原子。同样地，1克分子的任何物质都含有 $6.02 \times 10^{23}$ 个分子，也就是都含有同数的分子。

由于气体分子间的平均距离远大于分子的直径，所以气体的体积决定于分子的数目和它们之间的平均距离（分子间的平均距离随压力和温度而变更），而不决定于分子的大小。因此，对于气态物质来讲，克分子还表示它们在一定状况下（温度和压力）所占的体积。气体的克分子数相同时，在相同状况下，所占的体积也相同。在标准状况下，1克分子的任何气体所占的体积都是22.4升，气体的这个体积就叫做气体克分子体积。气体克分子体积常用GMV<sub>0</sub>来表示。

**例1：**2克原子铁的重量等于多少克？

**解：**铁的原子量是56，1克原子铁的重量等于56克。2克原子铁的重量等于 $2 \times 56 \text{克} = 112 \text{克}$ 。

因此，要把元素的几个克原子换算成多少克，只要用克原子数去乘元素的克原子。同样地，要把几个克分子物质换算成多少克物质，只要用克分子数去乘物质的克分子。

**例2：**氯气常用来制造农作物的杀虫剂。99克氯气里含有

多少克分子？

解：氯气的分子量是 $2 \times 35.5 = 71$ ，1克分子氯气的重量等于71克。所以，99克氯气里含有 $\frac{99}{71} = 1.39$ 克分子。

因此，要把多少克物质换算成几个克分子，只要用物质的克分子去除物质的重量。同样地，要把多少克元素换算成几个克原子，只要用元素的克原子去除元素的重量。

例3：0.5克分子的硝酸钾中含有几克原子的钾和几克原子的氧？

解：从硝酸钾的分子式 $\text{KNO}_3$ ，可以知道1克分子硝酸钾中含有1克原子的钾和3克原子的氧。所以，在0.5克分子硝酸钾中含有 $0.5 \times 1 = 0.5$ 克原子的钾和 $0.5 \times 3 = 1.5$ 克原子的氧。

例4：为了要得到和8克硫中相同数目的原子，问应该取多少克原子碳？

解：我们知道元素的克原子数相同时，它们才含有相同数目的原子。所以，要先求8克硫含有几个克原子硫，然后取同样数目的克原子碳，那它们所含的原子数目才会相等。

硫的原子量是32，1克原子硫的重量等于32克。所以，8克硫里含有 $\frac{8}{32} = 0.25$ 克原子硫。应该取0.25克原子碳，才能得到和8克硫中相同数目的原子。

例5：用硫燃烧所生成的二氧化硫来熏杀谷仓里的害虫。在6.4克二氧化硫中含有多少个分子？

解：我们知道1克分子的任何物质都含有 $6.02 \times 10^{23}$ 个分子。所以，要先求6.4克二氧化硫等于几个克分子，然后用这

个克分子数去乘 $6.02 \times 10^{23}$ ，就可得到6.4克 二氧化硫所含的分子数。

二氧化硫的分子量是64，1克分子二氧化硫等于64克。6.4克二氧化硫 等于 $\frac{6.4}{64} = 0.1$ 克分子。所以，6.4克二氧化硫含有 $0.1 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{22}$ 个分子。

例6：某种高碳钢里含铁98.5%，碳1.2%，以及其他杂质。求碳和铁的克原子数之比。

解：从高碳钢的成分百分率，我们知道这种高碳钢100克含碳1.2克，含铁98.5克。

碳1克原子重12克，铁1克原子重56克，

那么，碳在100克钢里的克原子数 $= \frac{1.2}{12} = 0.1$

铁在100克钢里的克原子数 $= \frac{98.5}{56} = 1.76$

所以碳和铁的克原子数比 $= 0.1:1.76 = 1:17.6$

答：碳和铁的克原子比是1:17.6。

### 习 题 1

1. 问60克的钙等于多少克原子？
2. 问23克的二氧化氮等于多少克分子？
3. 问0.8克原子铝重多少克？
4. 问5克分子的氢氧化钠重多少克？
5. 试求出下列各物质的克分子数：(1) 360克水；(2) 71克氯；(3) 69克碳酸钾；(4) 71克硫酸钠 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。
6. 试求出下列各物质的克数：(1) 0.5克原子的硫；

(2) 2.5克原子的銀; (3) 3.6克原子磷。

7. 試求出下列各物質的克數: (1) 1克分子的氧( $O_2$ );  
(2) 0.5克分子的氧化鎂( $MgO$ ); (3) 2.5克分子的硝酸  
( $HNO_3$ ); (4) 4克分子的氯化鉀( $KCl$ )。

8. 問500克的葡萄糖( $C_6H_{12}O_6$ )，等于多少克分子?

9. 100克下列物質各含几个克分子?

(1) 氫; (2) 氮; (3) 氯; (4) 氧。

10. 1克分子下列气体各重多少?

(1) 甲烷; (2) 二氧化碳; (3) 氮; (4) 乙炔; (5) 氯。

11. 1升汞含多少克原子? 汞的比重为13.6。

12. 1升下列物質各含几克分子?

(1) 水; (2) 溴(比重为3.1); (3) 100%硫酸(比重为1.84)。

13. 在6克分子硫酸銨中含有多少克原子氮?

14. 在3克分子氫中含有多少克原子氫?

15. 2克分子鉛丹 $Pb_3O_4$ 含多少克原子鉛?

16. 多少克的硝酸里含有2克原子的氧元素?

17. 問在1克的一氧化碳內含有多少克原子氧?

18. 問多少克分子的二氧化硫中所含有的克原子氧的数目  
和3克分子三氧化硫所含有的相同?

19. 在标准状况下, 3.5克分子的氯气占多少升体积?

20. 在标准状况下, 1升任何气体含有几克分子?

21. 在标准状况下, 100升下列物質各含几克分子?

(1) 氫; (2) 氮; (3) 氯; (4) 溴。

22. 在标准状况下，1毫升氫气含有多少个分子？

23. 在标准状况下，308克的二氧化碳占多少升体积？

24. 在2克分子一氧化碳中含有多少个分子？

25. 在0.4克氧化鎂中含有多少个分子？

26. 为了要得到和4克原子硫中相同数目的原子，問應該取鉄多少克？

27. 問多少克氯中所含有的原子数目和127克的碘中所含有的相同？

28. 要多少克分子氮气中所含有的分子数目才能和19克氫气中所含有的相同？

29. 問在多少克的二氧化硅內，含有的分子数目和64克二氧化硫內所含有的相同？

30. 問在5克生石灰 $\text{CaO}$ 或10克的碳酸鈣內，哪一個的分子数目多些？

31. 問需要多少克鎂，才能和（1）20克鈣；（2）14克硅；（3）39克鉀含有相同数目的原子？

32. 多少克硫酸鉀中所含鉀的原子数和47克氧化鉀中所含鉀的原子数相等？

33. 人体含0.25%氮。某人体重80千克，問他体内含有多少克分子氮？

34. 硫化作用就是加热生橡胶和硫的混和物。軟橡皮中約含2%的硫，硬橡皮含32%。1千克（1）軟橡皮，（2）硬橡皮各含硫多少克原子？

35. 今有相同重量的硝酸鈉 $\text{NaNO}_3$ 、硝酸銨 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 和硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。哪种物質含有：（1）較多的分子，

## (2) 較多的氮原子?

36. 空气中氧气的体积含量减少到12%时, 人的工作能力急剧降低; 减少到6%时, 开始痙攣和死亡。两种情况下, 1 立方米空气中含有多少克分子氧气?

### 二、关于当量和克当量的計算

我們知道两种元素互相化合成一种化合物时其重量比是固定的。例如, 氫与氧总是以 1 : 8 的重量比化合成水。从  $H_2O$  ( $2 \times 1 : 16$ ) 可以看出氧元素与 1 单位重量氫 (更精确的数字是 1.008) 化合时所需的重量应是 8 单位, 我們也不难看出相当于氧的分量的 8 这一数值也可以从氧的原子量除以它的价数求得的。同样地, 从  $HCl$  (1 : 35.5) 可以看出氯元素与 1 单位重量氫化合时所需的重量应是 35.5 单位, 35.5 这一数值是氯的原子量除以它的价数求得的。

元素的当量就是指这一个元素与 1 单位重量氫或 8 单位重量氧化合或从化合物中置換此量的氫或氧时所需的重量。它可以用下式来表示:

$$\text{元素当量} = \frac{\text{原子量}}{\text{化合价}}$$

当量的概念也可推广适用于化合物。化合物的当量就是此化合物与 1 单位重量的氫或和任一物質的一个当量完全作用时所需的重量。也就是說, 化合物的当量是組成它的分子的分子量, 除以分子中正 (或負) 化合价的总值所得的商。它可以用下式来表示:

$$\text{化合物当量} = \frac{\text{化合物分子量}}{\text{正 (或負) 化合价总值}}$$

例如, 磷酸鈣  $[Ca_3(PO_4)_2]$  的当量是它的分子量 310 除以

它分子中正(或負)化合价6, 即  $\frac{310}{6} = 51.6$ 。

当量是一个比值, 当用克为单位时称为克当量。例如氢的当量为1, 则1克当量氢为1克; 磷酸鈣的当量为51.6, 则1克当量磷酸鈣为51.6克。利用克当量可以方便地进行一些計算。

一切元素或化合物都是用与当量成比例的重量互相化合或互相置换。所以, 当量在化学中具有实际应用意义。

当量通常用N来表示, 克当量通常用GN来表示。

例1: 2克当量氧等于多少克?

解: 我們已經知道氧与1单位氢化合时所需的重量是8单位, 这就是說氧的当量等于8, 它的克当量等于8克。那末, 2克当量氧应等于  $2 \times 8 \text{克} = 16 \text{克}$ 。

例2: 8克鈣等于多少克当量?

解: 我們知道鈣的原子量等于40, 它的化合价是2; 那么, 鈣的当量  $= \frac{40}{2} = 20$ , 鈣的克当量  $= 20 \text{克}$ 。

所以,  $8 \text{克鈣} = \frac{8}{20} = 0.4 \text{克当量}$ 。

例3: 3克当量  $\text{HNO}_3$  等于多少克?

解: 硝酸由一个氢原子和一个硝酸根 ( $-\text{NO}_3$ , 一价根) 所組成, 它的当量等于  $1 + 14 + 3 \times 16 = 63$ , 它的克当量等于63克。

所以,  $3 \text{克当量} \text{HNO}_3 \text{ 等于 } 3 \times 63 \text{克} = 189 \text{克}$ 。

例4: 已知5重量单位的鈣能和2重量单位的氧互相化合。求鈣的当量。

解：上面已說過：一切元素或化合物都是用与当量成比例的重量互相化合或互相置換。所以鈣和氧互相化合的重量應該和它們的当量成比例。我們已知道氧的当量是8，若用 $x$ 表示鈣的当量，就可写出下列的比例式：

$$5 : 2 = x : 8$$

$$x = \frac{5 \times 8}{2} = 20$$

答：鈣的当量等于20。

例5：氯化鈣含鈣36%，含氯64%。若鈣的当量等于20，求氯的当量。

解：氯化鈣中鈣和氯是以36：64的重量比互相化合的。这个比值應該等于它們当量之比。用 $x$ 表示氯的当量，可以得到下列的比例式：

$$36 : 64 = 20 : x$$

$$x = \frac{64 \times 20}{36} = 35.5$$

答：氯的当量等于35.5。

例6：多少克氫氧化鉀所含克当量数与49克磷酸的克当量数相等。

解：解題時應該先求49克磷酸的克当量数，然后再从这个克当量数求氫氧化鉀的重量。

(1) 磷酸 $H_3PO_4$ 由三个氢原子(正三价)和一个三价根 $PO_4$ (負三价)所組成，所以它的当量等于

$$\frac{3 \times 1 + 31 + 4 \times 16}{3} = \frac{98}{3}, \text{克当量等于} \frac{98}{3} \text{克。}$$

$$\text{那么, 49克磷酸的克当量数} = \frac{49}{\frac{98}{3}} = 49 \times \frac{3}{98} = \frac{3}{2}$$

(2) 氢氧化钾KOH由一个钾原子(正一价)和一个OH根(负一价)所组成, 所以它的当量等于 $39 + 16 + 1 = 56$ , 克当量等于56克。那么,  $\frac{3}{2}$ 克当量KOH =  $\frac{3}{2} \times 56 \text{克} = 84 \text{克}$ 。

答: 84克氢氧化钾所含克当量数与49克磷酸的克当量数相等。

## 习 题 2

1. 下列物质各重几克?

- (1) 2克当量硫酸钾;      (2) 6克当量硫酸铝;  
(3) 2.5克当量盐酸;      (4) 1.5克当量氢氧化铝。

2. 下列物质各含几克当量?

- (1) 100克溴化钙;      (2) 5克碳酸钙;  
(3) 198克硫酸;      (4) 60克氢氧化钠。

3. 燃烧10克铝得到18.88克氧化铝。求铝的当量。

4. 某金属的硫化物含该金属52%。已知硫的当量为16, 求该金属的当量。

5. 若一金属与碘的化合物含此金属5.2%。已知碘的当量为127, 求此金属的当量。

6. 从43.4克氧化物制得40.2克金属。求金属的当量。

7. 1克某金属能和1.78克硫或8.89克溴化合。已知硫的当量为16, 求溴和此金属的当量。

8. 一化合物含75%碳和25%氢, 求碳在其中的当量。

9. 多少克氫氧化鋇可含克当量数与36.5克盐酸的克当量数相等?

10. 多少克硝酸銀所含克当量数与55.5克氯化鈣的克当量数相等?

### 三、計算一定重量的化合物中所含某元素的重量

从原子——分子論的观点來說，任何一种純淨化合物都是由同一种分子所組成，在每一个分子里組成它的原子的种类是一定的，每一种原子的个数也是一定的，并且每一种原子都有其一定的重量。所以，根据分子式即可求出化合物的1克分子所含某元素原子的重量。如果运用简单的比例，我們就能計算化合物的若干克分子中所含某元素原子的重量，也就是說計算某一定量的化合物中所含某元素的重量。

例1：硝酸鈉 ( $\text{NaNO}_3$ ) 是一种氮肥，問340克此种氮肥中含有多少克氮?

解：硝酸鈉是由相同的分子組成的。所以，如果知道了1克分子硝酸鈉中所含氮元素的重量，我們就能运用比例求出340克的硝酸鈉中所含氮元素的重量。

先計算出硝酸鈉 ( $\text{NaNO}_3$ ) 的分子量。硝酸鈉的分子量是  $23 + 14 + 16 \times 3 = 85$ 。所以，1克分子硝酸鈉等于85克。从分子式  $\text{NaNO}_3$  可以看出1克分子硝酸鈉里含有1克原子氮，也就是含有14克氮。

$$\begin{array}{ll} \text{NaNO}_3 & : \quad \text{N} \\ \text{GM} = 85 \text{克} & \quad \text{GA} = 14 \text{克} \\ 340 \text{克} & \quad \text{x克} \end{array}$$

列成比例  $85 \text{克} : 340 \text{克} = 14 \text{克} : \text{x克}$

$$\begin{array}{r} 26 \\ 78 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$x = \frac{340 \times 14}{85} = 56 \text{ (克)}$$

答：340克的硝酸鈉中含有56克氮。

如果我們先求出340克的硝酸鈉是几个克分子，再根据比例求出氮是几个克原子，后将这些克原子的氮換算成重量也可以。

$$\begin{array}{ccc} \text{NaNO}_3 & : & \text{N} \\ 1 \text{ 克分子} & & 1 \text{ 克原子} \\ \frac{340}{85} = 4 \text{ 克分子} & & x \text{ 克原子} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{列成比例} \quad 1 \text{ 克分子} : 4 \text{ 克分子} = 1 \text{ 克原子} : x \text{ 克原子} \\ x = 4 \text{ 克原子 (氮)} \end{array}$$

$$4 \text{ 克原子氮} = 4 \times 14 \text{ 克} = 56 \text{ 克。}$$

例2：氟化鈉可用以防治农作物害虫。求200克此盐內氟和鈉各含多少克？

解：我們知道氟化鈉分子是由氟和鈉两种原子組成的。所以，氟化鈉的重量必然是氟和鈉的重量的和。因此，解答象本題这样的題目时，可以根据和上題一样的原理，先計算出化合物中甲元素的重量，然后从此化合物的重量減去甲元素的重量就可簡捷地求出乙元素的重量。

运算步骤：

(1) 先求氟化鈉中氟的重量 (先求鈉的重量也可以)。

$$\begin{array}{ccc} \text{NaF} & : & \text{F} \\ \text{GM} = 42 \text{ 克} & & \text{GA} = 19 \text{ 克} \\ 200 \text{ 克} & & x \text{ 克} \end{array}$$

$$\text{列成比例} \quad 42 \text{ 克} : 200 \text{ 克} = 19 \text{ 克} : x \text{ 克}$$