

137963



化学計算

海尔慕特·費德勒著

高等教育出版社

524

化 学 計 算

海尔慕特·費德勒著
魯宝重 刘若庄譯

高 等 教 育 出 版 社

本書系根据德意志民主共和国科技專業書籍出版社 (Fachbuchverlag) 出版的海尔慕特·費德勒 (Hellmut Fiedler) 著“化学計算” (Chemisches Rechnen) 1954 年版譯出, 主要作为从事化学業務的青年职工 (如化学技工, 学徒, 工長和实验員等) 的参考書。

本書包括 400 个普通化学的習題解法, 在各章的开始部分都簡單地叙述了有关部分的基本概念和理論, 并举出了若干例題的解法。

本書由北京师范大学魯宝重、刘若庄兩同志合譯。

化 学 計 算

海尔慕特·費德勒著

魯宝重 刘若莊譯

高等教育出版社出版 北京琉璃廠 170 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 054 号)

上海大東集成聯合印刷廠印刷 新华書店总經售

統一書号 13010·364 开本 850×1168 1/32 印張 13 12/16 字數 351,000 印數 1—7,500

1957 年 11 月第 1 版 1957 年 11 月上海第 1 次印刷 定价 (7) 1.40

原著序言大意

本書主要是作为献身于化学事業和初参加实际工作的青年同志們的一个助手和顧問。每个人借选輯的習題,可以在自学中,通过詳細的解題方法,把現有的知識漏洞彌補起來。为使青年們了解習題的合理結構起見,習題的解法多是很詳細地表達出來。一旦了解了这些解題的思考方法,那么,將逐漸确立一定信心,往后自然就会找到更簡單更好的方法。

根据專業界的建議,在本書第二版內加入了“算尺”一章和人造物質化学及电化学上的一些例子。

本書原是作为專業学生學習化学計算的入門,但还可以擴大。初学的人、技工和工長們可以通过自学,用此書把自己的知識領域加以補充和擴大。如果这样在提高我們劳动人民的業務水平方面有所貢獻,因而達到我們經濟計劃中所期望的增產,那么,本書的目的便達到了。

1954 年 春

目 錄

原著序言大意

第一章 三語法	1
百分法	3
比例式法(比例法)	4
習題	6
第二章 面積計算法	9
體積計算法	11
重度公式計算法	15
習題	17
第三章 甲. 对数計算法	25
乙. 算尺	26
丙. 化学算尺	30
第四章 混合物計算法	36
習題	39
第五章 化学計量法入門	71
第六章 化学反应式系数的确定	75
習題	78
第七章 实验式的計算	85
習題	87
第八章 化学式的百分率和重量的計算法	95
習題	103

第九章 1. 化学反应	124
習題	126
2. 分析結果化为对干燥物質的換算法	160
第十章 容量分析	163
習題: (a) 酸量滴定法及碱量滴定法	169
(b) 氧化滴定法	244
(c) 碘量滴定法	278
(d) 銀液滴定法	308
第十一章 气体計算法	319
習題	325
气体分析法	368
習題	372
第十二章 当量及原子量的測定	375
第十三章 物理化学中的計算法	380
甲、粘度	380
乙、电量計算法	384
丙、pH 值	388
丁、热值	392
第十四章 表	395

第一章

三 語 法^①

解算化学題时,除了用其他計算方法以外,还常用三語法。顧名思义,这个計算法包括着三句話。第一句話給出两个名数間的一定关系,因此簡称为已知語。

例如: 50 克水中溶解 17.92 克食鹽。

这个关系在另一句話里引出第三个数。

例如: 100 克水溶解多少克食鹽? (由于举例中的顯明的提問,因而把这句話簡称为問語。)

在解算这題时得出最后一句話,這句話对所假定的关系作出結論,因此称为結語。

例如: 1 克水中溶解 $\frac{17.92}{50}$ 克食鹽。

例一. 25 毫升 $N/10$ 氫氧化鈉溶液能中和 0.091164 克鹽酸, 問 19.6 毫升氫氧化鈉溶液 ($N/10$) 能中和多少克鹽酸?

25 毫升 $N/10$ 氫氧化鈉溶液中和 0.091164 克鹽酸

19.6 毫升 $N/10$ 氫氧化鈉溶液中和 x 克鹽酸

$$x = \frac{0.091164 \times 19.6}{25} = \underline{\underline{0.07147 \text{ 克 HCl}}}$$

例二. 由 12 公斤純氫氧化鈉 (NaOH) 加水制出 28 公斤的氫氧化鈉溶液。問要制出 4 公斤同样濃度的氫氧化鈉溶液應該用多少氫氧化鈉?

^① 即算術中的比例。我國旧名为三率法,但按德文的原意,这个方法可用三句話來表示,因此譯为三語法——譯者。

由 12 公斤 NaOH 得 28 公斤氫氧化鈉溶液

由 x 公斤 NaOH 得 4 公斤氫氧化鈉溶液

$$x = \frac{12 \times 4}{28} = \underline{1.714 \text{ 公斤}}$$

例三。在 20°C 时，100 克飽和氯化鋇 (BaCl_2) 溶液中含 35.7 克氯化鋇和 64.3 克水。問在同样溫度下 150 克水中溶解多少克氯化鋇？

64.3 克水溶解 35.7 克 BaCl_2

150 克水溶解 x 克 BaCl_2

$$x = \frac{35.7 \times 150}{64.3} = \underline{83.2 \text{ 克 } \text{BaCl}_2}$$

例四。今有 200 毫升稀硫酸，其中含有 9.8 克 H_2SO_4 。如果 1 升当量硫酸是含有 49 克 H_2SO_4 的話，問这种稀硫酸的当量濃度是多少？

200 毫升稀硫酸含 9.8 克 H_2SO_4

1000 毫升稀硫酸含 x 克 H_2SO_4

$$x = \frac{9.8 \times 1000}{200} = \underline{49 \text{ 克 } \text{H}_2\text{SO}_4}$$

所以，这个酸的当量濃度是 1。

例五。問在 35% 鹽酸中，10 克氯化氫 (HCl ↑) 应加入多少克水？

在 100 克 35% 鹽酸中含有 65 克 H_2O 和 35 克 HCl 气

x 克 H_2O 10 克 HCl 气

$$x = \frac{65 \times 10}{35} = \underline{18.57 \text{ 克 } \text{H}_2\text{O}}$$

例六。在硫酸水溶液密度表內，兩個相鄰的密度之差为 0.005；相应的重量百分差为 0.65。試計算密度差为 0.003 时的重量百分差！

密度差 0.005 相当于 0.65 重量百分差

密度差 0.001 相当于 0.13 重量百分差

密度差 0.003 相当于 0.39 重量百分差

例七. 75 克碳酸鈉溶液含 18 克 Na_2CO_3 。如果这个濃度保持不变, 問用 45 克 Na_2CO_3 能制出多少碳酸鈉溶液?

18 克 Na_2CO_3 制出 75 克碳酸鈉溶液

45 克 Na_2CO_3 制出 x 克碳酸鈉溶液

$$x = \frac{75 \times 45}{18} = \underline{\underline{187.5 \text{ 克碳酸鈉溶液}}}$$

百 分 法

百分法与三語法所不同的只是在問語中总要說到百分数。

例一. 問 512 公斤的 44% 氫氧化鉀溶液含有多少公斤氫氧化鉀和水?

100 公斤氫氧化鉀溶液含 44 公斤氫氧化鉀

512 公斤氫氧化鉀溶液含 x 公斤氫氧化鉀

$$x = \frac{44 \times 512}{100} = \underline{\underline{225.28 \text{ 公斤 KOH}}}$$

或:

100 公斤氫氧化鉀溶液中含 56 公斤水

512 公斤氫氧化鉀溶液中含 y 公斤水

$$y = \frac{56 \times 512}{100} = \underline{\underline{286.72 \text{ 公斤 H}_2\text{O}}}$$

驗證: $225.28 + 286.72 = \underline{\underline{512.00}}$

例二. 問 38.4 克 32% 鹽酸含有多少克氯化氫(HCl ↑)和水?

100 克鹽酸含 32 克氯化氫和 68 克水

38.4 克鹽酸含 x 克氯化氫和 y 克水

$$x = \frac{32 \times 38.4}{100} = \underline{\underline{12.288 \text{ 克 HCl}}}$$

$$y = \frac{68 \times 38.4}{100} = \underline{\underline{26.112 \text{ 克 H}_2\text{O}}}$$

驗證： $12.288 + 26.112 = 38.400$

例三。問 62.5 克 41% 硫酸含有多少克化學純 H_2SO_4 和水？

100 克硫酸含 41 克化學純 H_2SO_4

62.5 克硫酸含 x 克化學純 H_2SO_4

$$x = \frac{41 \times 62.5}{100} = 25.625 \text{ 克化學純 } \text{H}_2\text{SO}_4$$

100 克硫酸含 59 克水

62.5 克硫酸含 y 克水

$$y = \frac{59 \times 62.5}{100} = 36.875 \text{ 克 } \text{H}_2\text{O}$$

驗證： $25.625 + 36.875 = 62.5$

例四。360 克鹽酸含 24.6 克氯化氫氣，試用 % 表明該酸的含量！

360 克鹽酸含 24.6 克氯化氫

100 克鹽酸含 x 克氯化氫

$$x = \frac{24.6 \times 100}{360} = 6.83 \%$$

例五。486.4 克稀硫酸含 42.8 克化學純 H_2SO_4 ，試計算 H_2SO_4 和 H_2O 的百分含量！

486.4 克硫酸含 42.8 克化學純 H_2SO_4

100 克硫酸含 x 克化學純 H_2SO_4

$$x = \frac{42.8 \times 100}{486.4} = 8.80 \% \text{ 化學純 } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 和 } 91.20 \% \text{H}_2\text{O}$$

比例式法(比例法)

除法中的分綫或分數綫也可以用分點代替①。例如一個分數 $\frac{5}{6}$ 也可以寫作 5:6，并讀作“5 比 6”。如果把這個比 5:6 取任意的

① 按原書稱：分綫也可以代替分點，疑有誤——譯者。

倍数,例如 4 倍,那么就得到 20:24。使原来的比 (5:6) 与 4 倍出来的比 (20:24) 相等,成为以下的比例式:

$$5:6=20:24$$

因此,一个比例式不过是两个比相等罢了。把上例从左向右读:

“5 与 6 之比正如 20 与 24 之比”。

每个比例式是由四项构成的。如果比例式的四项都是已知的数,那么这样一个比例式已经解决了,就没有什么要计算的了。但如果四项之中只有三项是已知的,而一项是未知的,于是就简单的把这个未知项叫作 x ,并象这样写着:

$$(甲) 5:6=x:24; \quad (乙) 5:6=20:x。$$

那么 x 是多少呢?

1. (甲)的解法

如果把比例式 $5:6=x:24$ 变成相应的分数式,那么得 $\frac{5}{6}=\frac{x}{24}$;

右边和左边也可以互换,那么得 $\frac{x}{24}=\frac{5}{6}$ 。现在,只须把一边的 x 值求出;要達到这个目的,我們把等式的两边乘以 24:

$$\frac{x}{24} \times 24 = \frac{5}{6} \times 24$$

左边消去了 24,只剩了 x ,右边算出 $\frac{5}{6} \times 24$ 的值得 20,那么 $x=20$ 。

2. (甲)的解法

如果把比例式 $5:6=x:24$ 的内项和外项作成乘积并使其相等,那么得到

$$6x=5 \times 24; \quad x=20。$$

(乙)的解法

按照 1 (甲) 法变为分数式,比例式 $5:6=20:x$ 就成 $\frac{5}{6}=\frac{20}{x}$,

这里未知数 x 是在分母内。为了计算方便,可把两边的分数颠倒:

$$\frac{6}{5} = \frac{x}{20}, \text{或者把兩边互換: } \frac{x}{20} = \frac{6}{5}; x = \frac{6 \times 20}{5} = 24.$$

下例可以說明寫比例式的方法。

例：330 克稀硫酸含 45 克純 H_2SO_4

100 克稀硫酸含 x 克純 H_2SO_4

我們由這四項作成以下比例式：

$$(1) 330:100 = 45:x \quad \text{或} \quad 45:x = 330:100$$

$$(2) 100:330 = x:45 \quad \text{或} \quad x:45 = 100:330$$

$$(3) 330:45 = 100:x \quad \text{或} \quad 100:x = 330:45$$

$$(4) 45:330 = x:100 \quad \text{或} \quad x:100 = 45:330$$

在正確理解比例式的四個項上，我們在建立比例式時必須注意，在 (1), (2), (3), (4) 中每第一和第三項，第二和第四項是相同的。

所有比例式有一共同處，即內項的乘積等於外項的乘積。

比例式的建立能用於三語法、百分法和混合物計算法。

習 題

1. 129 公斤地板蠟價格 48.60 馬克，問 337 公斤價格多少？

129 公斤地板蠟價 48.60 馬克

337 公斤地板蠟價 x 馬克

$$x = \frac{48.60 \times 337}{129} = 126.96 \text{ 馬克}$$

2. 75 升稀磷酸含 1.2 公斤純 H_3PO_4 。假若 1 升當量磷酸溶液含 32.67 克純 H_3PO_4 ，問該磷酸的當量濃度是多少？

75 升稀磷酸含 1200 克純 H_3PO_4

1 升稀磷酸含 x 克純 H_3PO_4

$$x = \frac{1200 \times 1}{75} = 16.0 \text{ 克 } \text{H}_3\text{PO}_4$$

那麼算出當量濃度：

$$\frac{16.0}{32.67} = 0.489$$

3. 在測定一个物質的水分时，用玻璃小秤瓶秤得 5.2649 克。空秤瓶重 10.2268 克。在干燥箱內在 105°C 干成恆重以后，瓶和含物的重量还有 14.8216 克。問該物質含多少 % 水分？

空秤瓶	10.2268 克	} 干燥前
物質	5.2649 克	
瓶 + 物質	15.4917 克	
秤瓶 + 物質	14.8216 克	} 干燥后
空秤瓶	10.2268 克	
物質	4.5948 克	
干燥前的物質	5.2649 克	
干燥后的物質	4.5948 克	
干燥失去的重量	0.6701 克	

5.2649 克物質含 0.6701 克水分

100 克物質含 x 克水分

$$x = \frac{0.6701 \times 100}{5.2649} = \underline{\underline{12.73\% \text{H}_2\text{O}}}$$

4. 从一个礬石的分析得出以下結果：秤出 4.5262 克礬石來作分析，得出：硫为 2.0634 克，鉄为 1.6981 克，余为礬渣。問該礬石含多少 % 硫，多少 % 鉄和多少 % 礬渣？

4.5262 克礬石含：	2.0634 克硫	2.0634 克
	1.6981 克鉄	1.6981 克
	? 克礬渣	3.7615 克

其余的，即 3.7615 与 4.5262 之差，必相当于礬渣的重量。

$$\begin{array}{r} 4.5262 \text{ 克} \\ - 3.7615 \text{ 克} \\ \hline 0.7647 \text{ 克礬渣} \end{array}$$

% 硫: 4.5262 克礦石相当于 100%

2.0634 克硫相当于 $x\%$

$$x = \frac{100 \times 2.0634}{4.5262} = \underline{\underline{45.59\%}}$$

% 鉄: 4.5262 克礦石相当于 100%

1.6981 克鉄相当于 $x\%$

$$x = \frac{100 \times 1.6981}{4.5262} = \underline{\underline{37.51\%}}$$

% 礦渣: 4.5262 克礦石相当于 100%

0.7647 克礦渣相当于 $x\%$

$$x = \frac{100 \times 0.7647}{4.5262} = \underline{\underline{16.90\%}}$$

第二章

面積計算法

實用面積單位是平方米(m^2)。一平方米可以理解为邊長 1 米的正方形：

$$1 \text{ 米} \times 1 \text{ 米} = 1 \text{ 平方米}$$

此外還有別的面積單位：

$$1 \text{ 平方米} = 100 \text{ 平方分米} \text{ 或 } 1 \text{ 平方分米} = 0.01 \text{ 平方米}$$

$$1 \text{ 平方分米} = 100 \text{ 平方厘米} \text{ 或 } 1 \text{ 平方厘米} = 0.01 \text{ 平方分米}$$

$$1 \text{ 平方厘米} = 100 \text{ 平方毫米} \text{ 或 } 1 \text{ 平方毫米} = 0.01 \text{ 平方厘米}$$

另外還有下面的土地量度：

$$1 \text{ 公畝 (a)} = 100 \text{ 平方米}$$

$$1 \text{ 公頃 (ha)} = 100 \text{ 公畝或 } 10000 \text{ 平方米}$$

$$1 \text{ 莫根 (vha)} = \frac{1}{4} \text{ 公頃或邊長 } 50 \text{ 米的正方形。}$$

正方形

面積 F 是邊 a 乘邊 a ，因此

$$F = a \times a = a^2$$

$$a = \sqrt{F}$$

對角綫 d 是邊 a 乘 $\sqrt{2}$ ：

$$d = a\sqrt{2} = 1.414 a$$

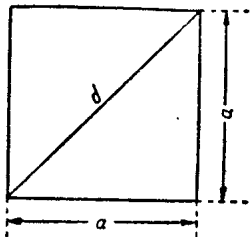


圖 1.

例：邊長 4.5 厘米的正方形面積是

$$F = 4.5 \times 4.5 = \underline{\underline{20.25 \text{ 平方厘米}}}$$

矩形和平行四邊形

面積 F 等於底 g 乘高 h ，因此

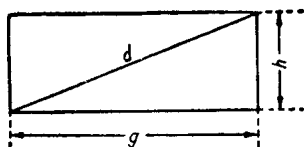


圖 2.

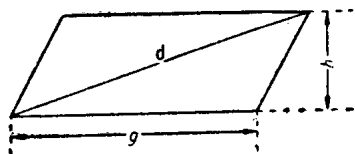


圖 3.

$$F = g \times h \text{ 或 } g = \frac{F}{h} \text{ 或 } h = \frac{F}{g}.$$

在矩形內，對角綫 $d = \sqrt{g^2 + h^2}$ 。

例：一塊矩形的草地長 65 米，寬 42 米。問它有多少平方米？

$$F = 65 \times 42 = \underline{\underline{2730 \text{ 平方米}}}$$

梯形

中綫 $m = \frac{a+b}{2}$

面積 $F = \frac{a+b}{2} \times h$

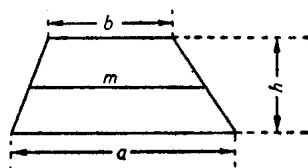


圖 4.

例：一個梯形的邊 $a = 12$ 厘米，邊 $b = 5$ 厘米，高 $h = 3$ 厘米，試算出它的面積！

$$F = \frac{12+5}{2} \times 3 = \underline{\underline{25.5 \text{ 平方厘米}}}$$

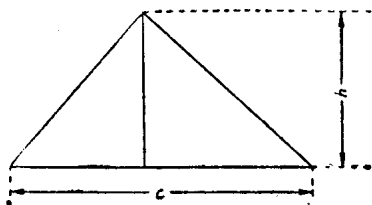


圖 5.

三角形

面積等於底乘高，除以 2：

$$F = \frac{ch}{2} \text{ 或 } h = \frac{2F}{c}$$

$$\text{或 } c = \frac{2F}{h}$$

例：一個三角形，底為 90 厘米，高為 38 厘米，試算出它的面積！

$$F = \frac{90 \times 38}{2} = 1710 \text{ 厘米}^2 \text{ 或 } \underline{\underline{0.171 \text{ 米}^2}}$$

圓和圓環

$$\pi = 3.1416 \approx 3.14$$

圓的面積

$$F = \pi r^2 = \frac{\pi}{4} d^2 \quad \text{或} \quad r = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$$

圓周

$$U = 2\pi r = \pi d \quad \text{或} \quad r = \frac{U}{2\pi}$$

圓環的面積

$$F = \pi(R^2 - r^2) = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$$

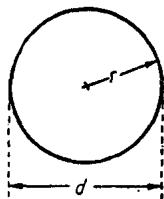


圖 6.

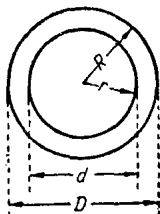


圖 7.

例：一个圓的直徑为 8 厘米，它的面積为

$$F = \frac{3.14}{4} \times 8 \times 8 = \underline{50.24 \text{ 平方厘米}}$$

它的圓周为

$$U = 3.14 \times 8 = \underline{25.12 \text{ 厘米}}$$

体 積 計 算 法

实用体積單位是立方米 (m^3)。1 立方米可以理解为边長 1 米的立方体：

$$1 \text{ 米} \times 1 \text{ 米} \times 1 \text{ 米} = 1 \text{ 立方米}$$

此外还有别的体積單位：

$$1 \text{ 立方米} = 1000 \text{ 立方分米} \quad \text{或} \quad 1 \text{ 立方分米} = 0.001 \text{ 立方米}$$

$$1 \text{ 立方分米} = 1000 \text{ 立方厘米} \quad \text{或} \quad 1 \text{ 立方厘米} = 0.001 \text{ 立方分米}$$

$$1 \text{ 立方厘米} = 1000 \text{ 立方毫米} \quad \text{或} \quad 1 \text{ 立方毫米} = 0.001 \text{ 立方厘米}$$

具有科学意义的体積單位是立方厘米 (cm^3)。立方毫米比較少見,而立方分米 (dm^3) 还叫作升,在化学計算上是常用的。在啤酒業和酒精工業上还常用公石 (hl); 1 公石是 100 升。此外,化学實驗中用到毫升 (ml), 1 毫升 = 0.001 升 (立方分米) = 1 立方厘米。

实用上重要的是那些与重量單位、堆積重量^①和化学物質密度相联系的体積單位: 立方厘米,立方分米和立方米,如:

1 立方厘米水銀 (密度为 13.6) 重 13.6 克,

1 立方分米 (升) 水銀 (密度为 13.6) 重 13.6 公斤,

1 立方米水銀 (密度为 13.6) 重 13.6 噸。

立方体

体積等于底面乘高,或边乘边再乘边:

$$V = a \times a \times a = a^3 \text{ 或 } a = \sqrt[3]{V}$$

例: 一个立方体的边長为 9 厘米, 它的体積是

$$V = 9 \times 9 \times 9 = \underline{\underline{729 \text{ 立方厘米}}}$$

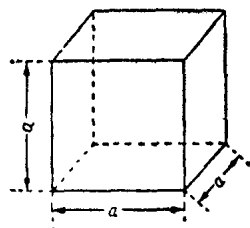


圖 8.

稜柱

体積等于底面乘高:

$$V = F \times h \text{ 或 } F = \frac{V}{h} \text{ 或 } h = \frac{V}{F}$$

例: 具有正方底面的稜柱一个, 体積为 640 立方分米。如果

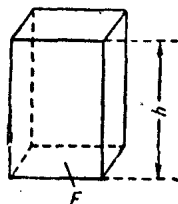


圖 9.

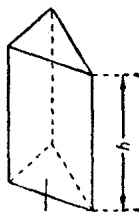


圖 10.

① 堆積重量是指成堆的材料每單位体積的重量——譯者。