

$$K_{\text{离电}} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.01 - x}$$

$$x = 4.2 \times 10^{-4} (\text{M})$$

化学计算

化 学 计 算

张 志 茂 编

黑 龙 江 人 民 出 版 社

1982年·哈尔滨

责任编辑 李秉千
封面设计 蒋 明

化 学 计 算

张志茂 编

黑 龙 江 人 民 出 版 社 出 版

(哈尔滨市道里森林街42号)

黑龙江省教育厅印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/32·印张4 6/16·字数86,000

1982年2月第1版

1982年2月第1次印刷

印数1—23,750

统一书号: 13093·51

定价: 0.35元

出版说明

为加速实现四个现代化，迅速培养和造就大批又红又专的建设人材的需要，我们将陆续出版一套《中学生课外读物》。

这套读物包括数学、物理、化学、语文、历史、地理等基础知识和典型题解答几十种。这本《化学计算》就是其中的一种。

本书按摩尔、气体摩尔体积和克当量的计算，分子式的计算，化学方程式的计算，热化学方程式的计算，确定最简式、分子量和分子式的计算，溶解度和溶解浓度的计算，电离度、电离常数和 pH 值的计算，有关化学反应速度、化学平衡的计算等八个部分，介绍了化学计算的有关基础知识，并编选和解答一部分典型题，供学习参考。

本书可供中学生、知识青年自学之用，也可供中学化学教师参考。

目 录

一 摩尔、气体摩尔体积和克当量的计算	1
摩尔的计算	6
气体摩尔体积的计算	8
克当量的计算	10
练习题一	12
二 分子式的计算	15
根据分子式计算物质中某一元素的 百分含量	16
根据分子式计算含一定量某元素的 化合物的质量	18
练习题二	21
三 化学方程式的计算	23
反应物或生成物的质量的基本计算	25
反应物或生成物中含杂质的计算	29
利用率和产率的计算	31
多步反应的计算	34
过量问题的计算	36
重量差的计算	38
练习题三	40
四 热化学方程式的计算	44
由热化学方程式计算生成热	44

由热化学方程式计算燃烧热	46
由热化学方程式计算中和热	47
练习题四	49
五 确定最简式、分子量和分子式的计算	51
最简式的确定	51
分子量的求法	56
分子式的确定	59
练习题五	65
六 溶解度和溶液浓度的计算	68
溶解度的计算	68
溶液浓度的计算	75
练习题六	89
七 电离度、电离常数和 pH 值的计算	93
电离度的计算	95
电离常数的计算	98
pH 值的计算	99
练习题七	100
八 有关化学反应速度、化学平衡的计算	102
有关化学反应速度的计算	102
有关化学平衡的计算	105
练习题八	109
综合性练习题	111
练习题答案	118
附录	
(一) 国际原子量表	128

(二)	酸、碱和盐的溶解性表 (20℃)	129
(三)	重要无机化合物在水中的溶解度 (克/100克水)	130
(四)	常用酸、碱的百分浓度和密度 ($\frac{15^\circ\text{C}}{4^\circ\text{C}}$)对照表	131
(五)	某些化合物的学名和俗名对照表	132

一 摩尔、气体摩尔体积和克当量的计算

摩尔是物质的量的单位，是量度物质中所包含的结构粒子的数量单位。物质中所包含的结构粒子数与0.012千克 ^{12}C 里所含的原子个数相等，也等于阿佛加德罗数 6.02×10^{23} 。所以凡含 6.02×10^{23} 个结构粒子的物质，就叫做1摩尔的该物质。这里的结构粒子可以是分子、原子、离子、电子等。如：

1 摩尔氢原子含有 6.02×10^{23} 个氢原子；

1 摩尔氧分子含有 6.02×10^{23} 个氧分子；

1 摩尔氢氧根离子含有 6.02×10^{23} 个氢氧根；

1 摩尔电子含有 6.02×10^{23} 个电子。

摩尔质量。1 摩尔某物质的质量叫做摩尔质量，也就是该物质所含的 6.02×10^{23} 个结构粒子的质量。如：

1 个氢原子的质量是 1.673×10^{-24} 克，1 摩尔氢原子的质量 $1.673 \times 10^{-24} \text{克} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.008 \text{克}$

1 个水分子的质量是 2.99×10^{-23} 克，1 摩尔水分子的质量是 $2.99 \times 10^{-23} \text{克} \times 6.02 \times 10^{23} = 18.02 \text{克}$

1 摩尔物质的质量，对元素和化合物来说，就是质量以克计，在数值上等于它们的原子量或分子量，单位为克/摩尔。如：

硫的原子量是32，摩尔质量就是32克/摩尔；

硫酸的分子量是98，摩尔质量就是98克/摩尔。

如果用摩尔表示离子的质量时，由于电子的质量过于微小，得到或失去的电子质量可以略去不计。如，

1 摩尔 H^+ 的质量是 1 克/摩尔；

1 摩尔 OH^- 的质量是17克/摩尔。

由于 1 摩尔物质包含 6.02×10^{23} 个结构粒子，所以一物质含摩尔结构粒子数，可以是整数，也可以不是整数。如：

1 摩尔氢分子、2 摩尔氢原子、0.5 摩尔氢分子、0.02 摩尔氢原子。

不相同的物质，摩尔数相同则它们所含的结构粒子数相同。

物质的质量，摩尔质量和摩尔数之间可得下列关系式：

$$\text{摩尔数} = \frac{\text{物质质量 (克)}}{\text{摩尔质量 (克/摩尔)}}$$

$$\text{物质质量 (克)} = \text{摩尔质量 (克/摩尔)} \times \text{摩尔数}$$

气体摩尔体积。通常比较气体体积的大小，要在统一规定条件下进行比较，这一定条件就是温度为 $0^\circ C$ 、压强为 1 大气压（或 760 毫米汞柱的状况），这叫做标准状况。

在标准状况下，摩尔气体所占体积是多少呢？例如氢气在标准状况下，1 升的质量为 0.0899 克，而 1 摩尔氢气的质量是 2.016 克。所以 1 摩尔氢气在标准状况下所占的体积是：

$$\frac{2.016 \text{ 克/摩尔}}{0.0899 \text{ 克/升}} = 22.4 \text{ 升/摩尔}$$

又如，二氧化碳在标准状况下，1升的质量为1.96克，而1摩尔二氧化碳的质量是44克，根据同样的关系计算可得：

$$\frac{44\text{克/摩尔}}{1.96\text{克/升}} = 22.4\text{升/摩尔}$$

即1摩尔二氧化碳在标准状况下所占的体积也接近于22.4升。

综上所述可以得出，1摩尔的任何气体，在标准状态下所占的体积，都是（接近于）22.4升，这个体积叫气体的摩尔体积。

在标准状况下，

气体的体积（升）=气体的摩尔数×22.4（升）

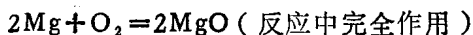
$$= \frac{\text{气体的质量}}{1\text{摩尔气体的质量}} \times 22.4\text{（升）}$$

在同温同压下，摩尔数相同的气体占有的体积也相同。

应用气体摩尔体积（22.4升）计算时，应注意：是标准状况、是气体、是1摩尔。

有关气体在非标准状况下的体积计算，可根据，理想气体状态方程 $PV = \frac{W}{M}RT$ 进行换算（ W 气体质量， M 气体的摩尔质量）。

元素或化合物与1分质量的氢或8分质量的氧完全作用时，所需的质量，或从化合物中置换1分质量的氢或8分质量的氧，所需元素或化合物的质量，称为当量。用克做单位，称为克当量。如：



48分质量的镁和32分质量的氧完全作用，12分质量的镁和8分质量的氧完全作用，那么，镁的当量就是12，1克当量镁的质量就为12克。

在通常我们是用比较简单的方法来计算元素或化合物的克当量的。

$$\text{元素的 1 克当量} = \frac{\text{某元素 1 摩尔质量 (克)}}{\text{某元素的化合价数}}$$

如：

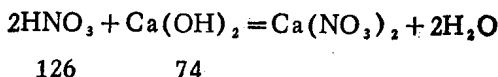
$$\text{HNO}_3 \text{ 的 1 克当量} = \frac{63}{1} = 63 \text{ 克}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 \text{ 的 1 克当量} = \frac{74}{2} = 37 \text{ 克}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ 的 1 克当量} = \frac{342}{2 \times 3} = 57 \text{ 克}$$

参加反应的两种物质的克当量数相等，则恰好完全反应。

如：



126克 HNO_3 和 74克 Ca(OH)_2 恰好完全反应，它们的克当量数是相等的。



$$1 \text{ 摩尔} = 63 \text{ 克}$$

$$1 \text{ 克当量} = \frac{63}{1} = 63 \text{ 克}$$

Ca(OH)_2

1 摩尔 = 74 克

$$1 \text{ 克当量} = \frac{74}{2} = 37 \text{ 克}$$

126 克 HNO_3

$$\text{克当量数} = \frac{126 \text{ 克}}{63 \text{ 克}} = 2 \text{ (克当量)}$$

74 克 Ca(OH)_2

$$\text{克当量数} = \frac{74 \text{ 克}}{37 \text{ 克}} = 2 \text{ (克当量)}$$

判定元素或化合物的克当量，应根据具体的情况来定，这一点是十分重要的。

如：

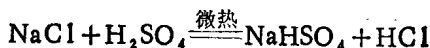
二氧化碳 (CO_2) 中碳元素 (为 + 4 价)

$$1 \text{ 克当量} = \frac{12}{4} = 3 \text{ (克)}$$

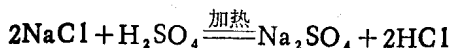
一氧化碳 (CO) 中碳元素 (为 + 2 价)

$$1 \text{ 克当量} = \frac{12}{2} = 6 \text{ (克)}$$

又如：



硫酸在这个反应中克当量为 98 克



硫酸在这个反应中克当量为 49 克

克当量、物质的质量和克当量数之间，存在下面的关系。

$$\text{克当量数} = \frac{\text{物质的质量}}{\text{某物质的1克当量}}$$

摩 尔 的 计 算

例 1 2 摩尔铁的质量等于多少克？

解 1 摩尔铁的质量

$$= 56 \text{ 克/摩尔}$$

∴ 2 摩尔铁的质量为：

$$56 \text{ 克/摩尔} \times 2 \text{ 摩尔}$$

$$= 112 \text{ 克}$$

答： 2 摩尔铁的质量为 112 克。

例 2 200 克铜是几个摩尔？

解 1 摩尔铜的质量 = 63.5 克/摩尔

∴ 200 克铜的摩尔数为：

$$\frac{\text{物质质量 (克)}}{\text{摩尔质量 (克/摩尔)}} = \frac{200 \text{ 克}}{63.5 \text{ 克/摩尔}} = 3.15 \text{ 摩尔}$$

答： 200 克铜是 3.15 摩尔。

例 3 2.5 摩尔水的质量是多少克？

解 1 摩尔水的质量 = 18 克/摩尔

∴ 2.5 摩尔水的质量为：

$$18 \text{ 克/摩尔} \times 2.5 \text{ 摩尔} = 45 \text{ 克}$$

答： 2.5 摩尔的水的质量为 45 克。

例 4 49 克硫酸是几个摩尔？

解 1 摩尔硫酸的质量 = 98 克/摩尔

∴ 49 克硫酸的摩尔数为：

解 1 摩尔 AgNO_3 含有一摩尔银原子, 4.8 摩尔 AgNO_3 中含有 4.8 摩尔银原子。1 摩尔 AgNO_3 中含氧 48 克, 4.8 摩尔 AgNO_3 中含氧 $4.8 \text{ 摩尔} \times 48 \text{ 克/摩尔} = 230.4 \text{ 克}$

答: 4.8 摩尔 AgNO_3 中含有 4.8 摩尔银原子和 230.4 克氧。

气体摩尔体积的计算

例 1 14.2 克氯气在标准状况下占多少体积?

解 1 摩尔氯气的质量 = 71 克/摩尔

又知氯气的摩尔体积 = 22.4 升/摩尔

设在标准状况下, 14.2 克氯气所占的体积为 x , 则

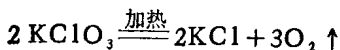
$$71 : 14.2 = 22.4 : x$$

$$x = \frac{14.2 \times 22.4}{71} = 4.48 \text{ (升)}$$

答: 14.2 克氯气在标准状况下的体积为 4.48 升。

例 2 在实验室里, 用 1 克氯酸钾可以制得多少毫升的氧气?

解 设在标准状况下能产生 x 升氧气



$$2 \times 122.5 = 245 \text{ 克} \quad 3 \times 22.4 \text{ 升} = 67.2 \text{ 升}$$

1 克

x 升

$$245 : 1 = 67.2 : x$$

$$x = \frac{1 \times 67.2}{245} = 0.274 \text{ (升)}$$

$$0.274 \text{升} = 274 \text{ (毫升)}$$

答：在标准状况下，能产生 274 毫升氧气。

例 3 已知某种气体 1 升，在标准状况下重 1.2 克，求这种气体的分子量？

解 设该气体 1 摩尔体积的质量为 x 克

又知气体 1 摩尔体积 = 22.4 升

$$\text{则 } 22.4 : 1 = x : 1.2$$

$$x = \frac{22.4 \times 1.2}{1} = 26.88 \text{ (克)}$$

答：这种气体的分子量等于 26.88。

例 4 在标准状况下，56 升氢气里所含的分子数跟多少克氧气里所含的分子数相等？

解 根据摩尔数相同的物质，所含分子数也相同的道理，在标准状况下 56 升的氢气里所含的摩尔数为 x ，得比例

$$56 : 22.4 = x : 1$$

$$x = \frac{56 \times 1}{22.4} = 2.5 \text{ (摩尔)}$$

由此可知，2.5 摩尔的氢气所含分子数应与 2.5 摩尔氧气所含的分子数相等。

氧气的分子量为 32，1 摩尔氧气的质量 = 32 克/摩尔

$$\therefore 2.5 \times 32 = 80 \text{ (克)}$$

答：跟 80 克氧气里所含的分子数相等。

例 5 在标准状况下，5.6 升二氧化硫和 4.48 升三氧化硫哪一种气体的分子数多？哪一种气体的质量大？

解 5.6升 SO_2 的摩尔数 $= \frac{5.6}{22.4} = 0.25$ (摩尔)

4.48升 SO_3 的摩尔数 $= \frac{4.48}{22.4} = 0.2$ (摩尔)

$\therefore$ 物质的摩尔数越大, 所含的结构粒子数也就越多。

$\therefore$ 5.6升 SO_2 的分子数比4.48升 SO_3 的分子数多。

$\therefore$ SO_2 的摩尔质量是64克/摩尔, SO_3 的摩尔质量是80克/摩尔。

$\therefore$ 0.25摩尔 SO_2 的质量 $= 64 \times 0.25 = 16$ (克)

0.2摩尔 SO_3 的质量 $= 80 \times 0.2 = 16$ (克)

答: 二氧化硫的分子数多, 两种气体的质量相等。

克当量的计算

例1 160克钙等于多少克当量?

解 1摩尔钙的质量40克

1克当量钙是 $\frac{40}{2} = 20$ (克)

160克钙是 $\frac{160}{20} = 8$ (克当量)

答: 160克钙等于8克当量。

例2 10克当量的镁是多少克?

1摩尔镁的质量是24.3克

$\therefore$ 1克当量镁是 $\frac{24.3}{2} = 12.15$ 克