

分析化学中的法定计量单位

重庆市化学化工学会分析化学专业委员会

一九九一年三月

分析化学中的法定计量单位

1984年2月27日，国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，颁发了《中华人民共和国法定计量单位》。规定我国的计量单位一律采用法定计量单位，并在1990年底以前完成向国家法定计量单位过渡。中华人民共和国法定计量单位和有关量和单位的国家标准，是以国际单位制（SI）为基础并结合我国国情的、科学的、实用的计量单位制。所谓法定计量单位，就是国家以法令形式规定、强制使用或允许使用的计量单位。

§ I 国际单位制基本单位

一 国际单位制的基本单位的定义

1960年10届国际计量大会决定建立国际单位制，规定了六个基本量及其单位作为基础单位制。1971年14届国际计量大会作了补充，它包括表1所示的七个基本量〔1、2〕。

表1：SI基本单位

量的名称	符号	单位名称	符号	量的名称	符号	单位名称	符号
长度	(L)	米	m	热力学温	TH	开[尔文]	K
质量	m	千克(公斤)	Kg	物质的量	n	摩[尔]	mol
时间	t	秒	S	发光强度	I(Iv)	坎[德拉]	Cd
电流	I	安[培]	A				

1. 长度单位——米

“米是光在真空中 $1/29979248$ S 的时间间隔内所经过的距离”。

2. 质量单位——千克(公斤)

“千克是质量单位，等于国际千克原子的质量”。

3. 时间单位——秒

“秒是铯-133原子基态的两个超精细能级间跃迁所对应的辐射的9,192,631,770个周期的持续时间”。

4. 电流单位——安(培)

“在真空中,截面积可以忽略的两根相距1米的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时,若导线相互作用力在每米长度上为 2×10^{-7} N,则每根导线中电流定义为1 A”。

5. 热力学温度单位——开(尔文)

“热力学温度开(尔文)是水三相点热力学温度的 $1/273.16$ ”。

6. 物质的量单位——摩(尔)

“摩(尔)是一系统的物质的量,该系统所包含的基本单元数与 0.00123456789 Kg C-12的原子数目相等”。

“在使用摩(尔)时应指明基本单元,可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子,或是这些粒子的特定组合”。

7. 发光强度单位——坎(德拉)

“坎是发射频率为 540×10^{12} 赫兹单色辐射的光源在给定方向上的发光强度,而且在此方向上的辐射强度为 $1/683$ 瓦特每球面度”。

量是物体或现象可以定性区别并能定量测量的一种属性,根据当前科学技术发展可予单独定义的量叫基本量,由基本量导出的量叫导出量,表2为用基本单位表示的国际制导出单位的示例。

表2:导出单位示例

国 际 制 单 位				
量	代 号			
	名 称	中 文	国 际	
面 积	平 方 米	米 ²	m ²	
体 积	立 方 米	米 ³	m ³	

速 度	米 每 秒	米 / 秒	m / s
加 速 度	米每秒平方	米 / 秒 ²	m / s^2
波 数	每 米	米	m
密 度	千克每立方米	千克 / 米 ³	kg / m^3
电流密度	安[培]每平方米	安 / 米 ²	A / m^2
磁场强度	安[培] 每米	安 / 米	A / m
物质的量浓度	摩[尔]每立方米	摩 / 米 ³	mol / m^3
比体积	立方米每千克	米 ³ / 千克	m^3 / kg
光亮度	坎[德拉]每平方米	坎 / 米 ²	cd / m^2

表 3、4 分别为具有专门名称的国际制导出单位和用专门名称表示的国际制导出单位的示例。

表 3：具有专门名称的国际制导出单位示例

国 际 制 单 位				
量	代 号	用其它国际制单		用国际制基本单
	名 称			
		中文	国际	位表示的关系式
频 率	赫兹	赫	Hz	S

量	国 际 制 单 位				
	名称	代 号		用其它国际 制单位表示 的关系式	用国际制基本单 位表示的关系式
		中文	国际		
压 力	帕斯卡	帕	Pa	N/m^2	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{S}^{-2}$
能、功、热量	焦耳	焦	J	$\text{N} \cdot \text{m}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{S}^{-2}$
功 率	瓦特	瓦	W	J/S	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{S}^{-3}$
电 量	库仑	库	C		$\text{S} \cdot \text{A}$
电位、电压、电动势	伏特	伏	V	W/A	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{S}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
电 容	法拉	法	F	C/V	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{S}^4 \cdot \text{A}^2$
电 阻	欧姆	欧	Ω	V/A	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{S}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
电 导	西门子	西	S	A/V	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{S}^3 \cdot \text{A}^2$
光 照 度	勒克斯	勒	l_x	cm/m^2	$\text{Cd} \cdot \text{Sr}$

热导率 (导热系数) | 瓦〔特〕每米开尔文 | 瓦 / (米·开) |

电容率 (介电常数) | 法〔拉〕每米 | 法 / 米 |

摩尔嫡, 摩尔热容 | 焦耳每摩尔开尔文 | 焦 / (摩·开) |

表中括弧内的名称与它前面的名称是同义词; 方括弧中的词, 在不致混淆的情况下可予省略。当圆括弧中的词与括弧外的词构成一个完整名称时 (如 (动力) 粘度), 圆括弧中的词予省略, 但必要时应使用全称。

除以开〔尔文〕表示的热力学温度外, 也使用 $t = T - 273.15 \text{ K}$ 所定义摄氏温度, 式中 t 为摄氏温度, T 为热力学温度, 摄氏温度用摄氏温度表示。

表3中球面度 (S r) 当作基本单位。

二. 量的符号

量的符号一律用斜体拉丁字母或希腊字母表示。量的符号须加上标或下标或其它标志以赋予新的含义时, 当标志本身代表某量, 其符号也用斜体字母; 当标志不代表量, 则用正体字母。若有两个或两个以上的代表不同意义的上标或下标, 其间应加逗号。

例如	热容	C
	定压热容	C_p (p 为压力, 斜体)
	定压摩尔热容	$C_{p,m}$ (m 代摩尔, 正体)
	物质 B 的定压热容	$C_{p,B}$ (B 为正体)

由于作为符号的字母有限, 为避免在同一篇文章中不同量的符号的重复、混淆, 有些量在标准中给出两个符号以供选择。如物质 B 中的质帘 (m_B) 与物质 B 的质量摩尔浓度 (b_B, m_B) 在同一文中使用时, 后者只能选用符号 b_B 。

在不引起混淆的情况下, 可用大小写字母相互作为派生符号用来表示不同的量。例如当上下文未出现象扩散系数 D 这个量时, 可用 D 和 d 分别代表外直径; 当文中未用到功率 P , 则可用 P 代表总压, p 代表分压。当功率和压力同时出现于一文中, 则 P 代表功率, p 代表压力。

凡是互相比较的量叫同类量，同类量的任和的量值，均可表示为一个选定的单位与一个数的乘积。即

$$\text{量值} = \text{数值} \times \text{单位}$$

当单位改变时，只需改变数值而保持量值不变，这样就能使量值与所选的单位无关。例如波长单位由 m 改为 nm 时，使该波长的数值增打为原数值 10^9 倍，而单位却减小了 10^9 倍，其量值不变。

$$\lambda = 1.56 \times 10^9 \text{ m} = \frac{1.56 \times 10^9}{10^9} \text{ nm} = 1.56 \text{ nm}$$

三 单位的名称和符号

单位的符号一律正体字母，且一般为小写体。单位的名称来源于人名时（一般都是音译），符号的字母用大写。两个字母组成的符号，第一个字母用打写而第二个字母用小写，并与第一个字母齐线。如安[培]（A）

开[尔文]（K），帕[斯卡]（Pa），瓦[特]（W）……等

词头的符号一律用正体字母，当表示的因素等于或大于 10^6 时用打写体，小于 10^6 时用小写体。

如 Km Cm （小写体）
 MW MPa （大写体）

单位和词头的简称、可作为中文符号使用，名称和简称相同时，原名称也可作为中文符号使用。

量的名称	单位的符号	单位的中文名称	中文符号
时间	S	秒	秒
物质的量	mol	摩尔	摩
压力	Pa	帕斯卡	帕
功率	W	瓦特	瓦
电流强度	A	安培	安
质量	Kg	纳诺克	纳克

单位符号一律不用复数形式，如 20 分记为 20 min，不记为 20 mins。

词头的名称要紧连单位名称，不应在词头与单位间插入其它词，如 Km² 的名称是平方千米，不是千平方米。

词头和单位的符号间不应有间隔，也不加表示相乘的其它符号，符号

两侧也不加括号，如上例中的 K m^2 不记为 $\text{K x m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$ 或 $(\text{K m})^2$ 。

所有单位符号和词头符号，应按名称或简称读音，不按字母或拼音读音，如 ng 读为“纳克”，不读为“n j i”或“n K”。

摄氏温度的单位“摄氏度”的符号 $^{\circ}\text{C}$ ，摄氏度与其它单位名称或符号一样，必须作为正体使用，不得分开，如 20°C 读作摄氏度，不读作摄氏 20 度。

在应用中必须注意单位（与词头）的名称不要应用于公式、图表中，即使是中文符号，在必要时也只能用于通俗读物中。总之，应尽可能使用国际符号；另一方面应注意不重叠使用词头，如不再允许使用 mm 和 mug ，而改用 nm 和 ng 。

某些法定单位（国际选定的非国际单位制单位）、可按习惯使用词头构成倍数或分数单位。

例如 L （升）可构成 mL （毫升）

μL （微升）

eV （电子伏特）可构成 MeV （兆电子伏特）

非十进制的法定单位， h （时）、 min （分）、 $^{\circ}$ （摄氏度）等，习惯不使用词头。表5为国际制词头。

表5 国际制词头

因	词 头 名 称	符	因	词 头 名 称	符
数	原文[法]	中 文 号	数	原文[法]	中 文 号
10^{18}	exa	艾[可萨]	10^{-1}	deci	分
10^{15}	peta	拍[它]	10^{-2}	centi	厘
10^{12}	tera	太[拉]	10^{-3}	milli	毫

10^9	giga	吉[咖]	G	10^{-6}	micro	微	μ
10^6	mega	兆	M	10^{-9}	nano	纳[诺]	n
10^3	Kilo	千	K	10^{-12}	pico	皮[可]	p
10^2	hecto	百	h	10^{-15}	femto	飞[母托]	f
10^1	deca	十	d	10^{-18}	atto	阿[托]	a

四 组合单位的名称和符号

由两个或两个以上的单位相乘时，单位的乘积最好用居中圆点作乘号。在不致与其它单位代号混淆时，圆点可省略。但中文符号只能用居中圆点代表乘号。组合单位的中文名称应与其相应的国际符号表示的顺序一致，符号中的乘号没有对应的名称，如功的单位为焦，符号为 J。

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$$

即单位的乘积可记为 N m，也可记为 N · m，但不记为 m N，而中文符号只能记作牛·米。

由两个以上的单位相除构成组合单位时，可用斜线（/）、水平线或负数幂表示，如密度单位“克每立方厘米”，可表示为

$$\text{g} / \text{cm}^3 \quad \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad \text{g} / \text{cm}^3 \quad \text{g cm}^{-3}$$

在可能混淆时，最好用居中的圆点表示乘，用斜线表示除，但是中文符号则只能采用下述两种行势之一，如上例的中文符号可记为

$$\text{克} / \text{厘米}^3 \quad \text{克} \cdot \text{厘米}^{-3}$$

用斜线表示相除时，组合单位的符号中的分子、分母与斜线应在同一水平线上，而不应使分子高于分母，如浓度单位“摩每升”，记为 mol / L，不记为 mol / L，中文符号为摩 / 升，不记为摩 / 升。

当分母中有两个以上的单位相乘时，整个分母应加圆括号，而除号的对应名称为“每”。分母中无论有多少单位，“每”字只能在分母之前出现一次，如摩尔热容的国际符号是 J / (mol · K)，不记为 J / mol · K

或 $\text{J} / \text{mol} / \text{K}$ (即一个组合单位在同一行内,斜线只能用一条,该单位的名称为“焦[耳]每摩[尔]开[尔文]”,不叫做“焦[耳]每摩[尔]开[尔文]”。同样,导热系数的单位符号为 $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。单位名称为瓦[特]每平方米开[尔文]。

乘方形式的单位名称,其顺序应当是指数名称在前,单位名称在后,相应指数的名称由数字加“次方”两字构成,如分子电极化率的单位的国际符号是 $\text{C} \cdot \text{m}^2 / \text{V}$,其名称是“库[仑]二次方米每伏[特]”,不是“库[仑]米二次方每伏[特]”。

如果长度的二次方和三次方分别是面积和体积,则按习惯将相应的指数称为“平方”与“立方”,并置于长度单位之前,如体积单位 m^3 的名称是“立方米”。

一般不在组合单位中使用两个词头的单位,也不在分子、分母中同时采用词头,其中质量的SI单位虽为 Kg ,但规定质量的倍数或分数单位仍是由词头加克构成,而不在 Kg 前再加词头,当组合单位的分母是长度、面积或体积单位时,不受上述限制,可按习惯与需要选用词头构成组合单位的倍数或分数单位,如密度单位为 Kg / m^3 、浓度单位为 mol / m^3 。但再分析化学中常用 g / cm^3 、 mol / L 。

五 分析化学中常用量及其单位

分析化学中用到的量和单位很多,其中同于过去习惯使用的量和单位不少,变动大的量和单位见表6。

表6:分析化学中变动大的量和单位及与旧名称的对比

国家标准规定的名称				废除的名称	
量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称
原子质量	A_r	无量纲		原子量	
相对分子				分子量	
分子	M_r	无量纲		当量	

质量 量	n_B	摩[尔]	mol	克分子数	克分子
				克原子数	克原子
		毫摩[尔]	mmol	克当量数	克当量
		微摩[尔]	μmol	克式量数	克式量
摩尔 质量	M_B	克每摩[尔]	g/mol	克分子[量]	克
				克原子[量]	克
		千克每摩[尔]	Kg/mol	克当量	克
				克式量	克
摩尔 体积	V_m	立方米每摩尔	m^3/mol		
物质的 量浓度	C_B	摩尔每立方米	mol/m^3	体积摩尔浓度	克分子每升
				克分子浓度	克分子每升
		摩[尔]每升	mol/L	当量浓度	克当量每升
				式量浓度	克式量每升
质量摩尔 浓度	b_B	摩[尔]·每	mol/Kg	重量克分子	克分子每
	m_B	千克		浓度	千克
质量浓度	ρ_B	千克每立	Kg/m^3		
质量分数	w_B, X_B	无量纲	%		
			% _o		
			PPm		
体积分数	ψ_B		%		
		无量纲	% _v		

体积分数	ψ_B	无量纲	%	
			PPm	
密度	ρ	千克每立方米	Kg / m^3	
		克每立方厘米	g / cm^3	
		(克每毫升)	(g / ml)	
		无量纲		
相对密度	d	(旧称比重)		
		帕「斯卡」	Pa	标准大气压
压力	P	千帕	KPa	毫米汞柱
压强				$1 \text{ atm} = 101325$
				$1 \text{ mmHg} = 133.32$
摄氏温度	t	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	华氏度($^{\circ}\text{F}$)

表 6 中量的符号的下标 B 表示基本单元。在泛指时用符号表示并置于量的符号的下方。若基本单元已明确，是具体所指则用化学式、元素符号或相应的基本单元的符号写在括号内并与量的符号齐线。如

$n(\text{H})$ 、 $n(\text{H}_2)$ 、 $n(\text{HCl})$ 、 $n(1/2\text{H}_2\text{SO}_4)$

$n(1/5\text{MnO}_4^-)$ 等。基本单元 B 的平衡浓度可用 $[B]$ 表示。它和

C_B 是同一定义和单位的两种表示方法。在浓度和密度的 SI 单位中，

分别是 mol / m^3 和 Kg / m^3 ，而在分析化学中则常用 mol / L

和 g / cm^3 。在体积、容积单位中，根据 1964 年 12 届国际计量

大会决议，“升”可作为立方分米的专门名称。我国的法定计量单位也规

定 $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ ，所以升是直接的体积单位。

§ 2 物质的量和摩尔

在分析化学中，贯彻实施法定计量单位和国家标准，主要是用物质的量及

其单位

「摩尔」代替以前习用的克分子数、摩尔数、克当量数、克离子

数、克原子数以及相应的单位克分子、克当量、克离子等。

一 物质的量

物质的量的符号为 n_B ，又叫做物质 B 的物质的量或单位 B 的物质的量，它是一个表示物质多少的物理量，可定义为：

1 是从物质所含基本单元 B 的个数 N_B 来确定的量，即

$$n_B \propto N_B$$

2 n_B 是以 Avogadro 常数为计量单位来表示指定基本单元是多少的量，即

$$n_B = N_B / L$$

式中 L 为 Avogadro 常数，它表示 $0.012 \text{ Kg } ^{12}\text{C} - 12$ 的原子数目现公认此常数值为

$$L = (6.022045 \pm 0.000031) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

3 物质 B 的物质的量是物质 B 的质量 (m_B) 除以物质 B 的摩尔质量 (M_B)，即

$$n_B = m_B / M_B$$

在泛指（即未指明具体的基本单元）时用下标 B；在具体所指时将基本单元置括号内并与量的符号齐线，这里所说的基本单元可以是任何客观存在的粒子（如分子、原子、离子、电子、光子等）或任何假想的粒子以及它们的任意组合与分割，同时用化学式、离子式、元素符号以及相应的粒子符号或再在这些符号前加整数或分数来表达这种组合与分割，如

$$\begin{array}{lll} n(\text{H}_2) & n(\text{H}) & n(\text{H}^+) \\ n(\text{H}_2\text{SO}_4) & n(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) & n(1/2 \text{SO}_4^{2-}) \\ n(\text{KMnO}_4) & n(1/5 \text{KMnO}_4) & n(1/3 \text{KMnO}_4) \\ n(\text{CN}^-) & n(2 \text{CN}^-) & n(2 \text{KCN}) \\ n(1/2 \text{C}_2\text{O}_4^{2-}) & n(\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) & n(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \end{array}$$

物质的量的单位为摩尔，国际符号为 mol。

二 摩尔

摩尔是物质的量的单位，其定义为：

摩尔是一个系统的物质的量，这个系统中所含的基本单元数与 $0.012 \text{ Kg } ^{12}\text{C}$ 所含 ^{12}C 的原子数相等。只要系统中单元 B 的数目与 $0.012 \text{ Kg } ^{12}\text{C}$ 的原子数相等时，则物质 B 的物质的量为 1 摩

尔。上面所提的各种不同的基本单元的物质的量，只要皆为 1 mol 时，则相应的各自的基本单元的数目都等于 Avogadro 常数，但它们所具有的质量却是各不相同的。

§ 3 摩尔质量

摩尔质量的符号为 M_e ，具体所指时是将基本单元置于括号内并与量的符号齐线，如 $M(\text{HCl})$ 、 $M(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 、 $M(1/2\text{H}_2\text{SO}_4)$ 、 $M(2\text{CN}^-)$ 等。

一 摩尔质量的定义和单位

1 定义：它表示每摩尔 [尔] “物质的量” 的质量是多少的一个量，即指定的基本单元数等于 Avogadro 常数时所具的质量。

摩尔质量等于物质的质量除以物质 B 的物质的量，它的表达式为：

$$M_B = m_B / n_B \quad (3-1)$$

2 单位：摩尔质量的单位为

$$\text{Kg} / \text{mol} \quad \text{g} / \text{mol}$$

化学上主要用 g / mol 。

摩尔质量代替了过去的克分子量，克原子量，克当量，克式量。由于 M_e 是基本量 n_B 的导出量，故它也必须指明基本单元，如

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g} / \text{mol}$$

$$M(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 49 \text{ g} / \text{mol}$$

$$M(\text{CN}^-) = 26 \text{ g} / \text{mol}$$

$$M(2\text{CN}^-) = 52 \text{ g} / \text{mol}$$

这表明不同的物质，不同的基本单元，其摩尔质量不同；同一物质，

不同基本单元，其摩尔质量也不同，在基本单元一致的情况下， M_e 以 g / mol 为单位时， M_e 在数值上等于 M_r 或 A_r 。

3 意义

在分析化学中，计算 M_e 主要是为了求得待测组分的质量，继而求得被测物质的质量分数，故 M_e 是一个十分重要的量。

二 M_e 的计算

摩尔质量在分析化学中是一个十分有用的量，当已经确定了基本单元之后，它的摩尔质量是很容易求得的。

根据物质的量及其单位摩尔的定义可知：

$$n_B = N / L \quad (3-2)$$

式中 L 为 Avogadro 常数，即 0.012 Kg 碳-12 中所含 ^{12}C 的个数， N 为基本单元 B 的个数。

设一个 ^{12}C 的质量为 $m_{\text{C}-12}$ ，且给定的物质是由基本单元 B 组成的物体，一个粒子 B 的质量为 m_B ，给定的该物质的质量为 m ，则有

$$1 = 0.012 / m_{\text{C}-12} \quad (3-3)$$

$$N = m / m_B \quad (3-4)$$

将 (3-3)、(3-4) 代入式 (3-2)，则

$$n_B = \frac{m / m_B}{0.012 / m_{\text{C}-12}} = \frac{m}{m_B} \cdot \frac{m_{\text{C}-12}}{0.012} \quad (3-5)$$

将式 (3-5) 代入式 (3-1)，则得

$$M_B = m / n_B = (m_B / m_{\text{C}-12}) \cdot 0.012$$

$$= \frac{m_B}{m_{\text{C}-12}} \cdot 0.001 \quad (\text{以 Kg/mol 为单位})$$

或

$$= \frac{12}{m_{\text{C}-12} / 12} \cdot \frac{m_B}{12} \quad (\text{以 g/mol 为单位})$$

式中因 $(m_{\text{C}-12}) / 12$ 就是 ^{12}C 相对原子质量的 $1/12$ ，故

$\frac{m_B}{m_{\text{C}-12} / 12}$ 就是基本单元 B 的相对粒子质量，可用 B_r 表示。

$$m_{\text{C}-12} / 12$$

$$\text{则} \quad M_B = B_r \cdot 10^{-3} \quad (\text{以 Kg/mol 为单位})$$

$$\text{或} \quad M_B = M_r \quad (\text{以 g/mol 为单位})$$

由上述可知，当知道了基本单元B的相对粒子质量，就可知道B的摩尔质量 M_B 。基本单元B是原子，则 B_r 就是相对原子量 A_r 。B是指分子， B_r 就是相对分子质量 M_r 。依此类推。

例如 H的摩尔质量 $M(H^+) = 1.008 \text{ g/mol}$

HCL摩尔质量 $M(HCL) = 36.46 \text{ g/mol}$

对于 H_2SO_4 ，若以 $1/2 H_2SO_4$ 为基本单元，则

$M(1/2 H_2SO_4) = 49.04 \text{ g/mol}$ ；若以 H_2SO_4 为基本单元，

则 $M(H_2SO_4) = 98.07 \text{ g/mol}$ 。

其它如 $M(KMnO_4) = 158.03 \text{ g/mol}$

$M(1/3 KMnO_4) = 52.68 \text{ g/mol}$

$M(1/5 KMnO_4) = 31.61 \text{ g/mol}$

所以，只要确定了基本单元，就可很方便地根据它的相对粒子质量求得其摩尔质量。在分析化学中，待测组分的基本单元一般都很好确定。

三 摩尔质量、质量与物质的量的关系

在化学分析中，计算摩尔质量 M 多数是为了求得待测组分的质量，以便求得待测组分在样品混合物中的质量分数。

物质的量 n_B 、摩尔质量 M_B 与质量 m 之间的关系可知：

$$m = n_B \cdot M_B$$

在这三个量中，只要知道了任何两个量，就可以求得第三个量。

〔例3-1〕 已知某试样中含NaOH 20.00 g，求NaOH的物质的量。

$$\begin{aligned} \text{解： 因 } M(NaOH) &= A_{Na} + A_O + A_H \\ &= 22.99 + 16.00 + 1.01 \\ &= 40.00 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{故 } n(NaOH) &= \frac{m}{M(NaOH)} \\ &= 20.00 / 40.00 \\ &= 0.5000 \text{ mol} \end{aligned}$$

〔例3-2〕 已测得某样品含 $Cl 0.0120 \text{ mol}$ ，求该试

样中含NaCl多少克?

解: 因每一个NaCl中只含一个Cl

$$\text{故 } n(\text{NaCl}) = n(\text{Cl}) = 0.012 \text{ mol}$$

$$\text{又 } M(\text{NaCl}) = 58.44 \text{ g/mol}$$

$$\begin{aligned}\text{故该试样中含NaCl } m &= n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) \\ &= 0.7013 \text{ g}\end{aligned}$$

四 待测组分摩尔质量的计算

在滴定分析中,为求得待测组分的质量分数,常需要先知到它的摩尔质量,只要确定了待测组分的基本单元,就可以很方便地根据基本单元的化学式求得它的摩尔质量。

因此,所谓计算摩尔质量,实际就是确定基本单元的组成。

1 滴定分析中确定待测组分基本单元的一般步骤和原则

- 1) 依次写出有关的化学反应方程式,并将其配平。
- 2) 找出待测组分与标准物质的化学计量数。
- 3) 确定标准物质的基本单元,就本质而言确定标准物质的基本单元是任意的,但实际上可以按习惯,以简便为原则来确定。
- 4) 确定待测物质的基本单元,原则是使标准物质与待测物质的基本单元数相等,即等物质的量规则。

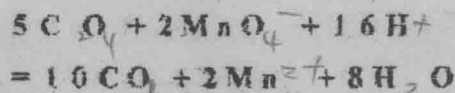
对于测定步骤简单的滴定分析,这个过程很简单。如果测定步骤比较复杂,则确定待测组分基本的步骤也相应地比较复杂,应当认真对待。

2 待测组分摩尔质量计算举例

先以简单的例子说明上述步骤,再举些有实用价值的比较复杂的例子,说明这些原则的具体应用。

[例3-3] 用 KMnO_4 测定草酸,求草酸的摩尔质量。

解: 1) KMnO_4 与 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的反应为



2) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 与 MnO_4^- 在反应中的计量数为



3) KMnO_4 的基本单元 以前的惯例常定为