

十二年制学校高級中学課本

化 学

HUAXUE

(試教本)

第 一 册

(供高中一年級一学年用)

人 民 教 育 出 版 社

十二年制学校高级中学课本化学(試教本)第一冊

目 录

第一章 克原子 克分子	1
第一节 克原子和克分子	1
第二节 当量 克当量	8
第三节 气体克分子体积 阿佛加德罗定律	14
第四节 求气态物质的分子量和分子式	19
第五节 克分子濃度	23
第六节 当量濃度	29
第二章 卤素	35
第一节 氯气的性质	35
第二节 自然界里的氯和氯气的用途	43
第三节 氯气的制法	47
第四节 氯化氢 盐酸	49
第五节 盐酸的工业制法	54
第六节 盐酸和盐酸盐的鉴定法	58
第七节 氯的含氧化合物	60
第八节 溴和溴的化合物	64
第九节 碘和碘的化合物	68
第十节 氟和氟的化合物	72
第十一节 卤族元素性质的比較	75
第三章 氧族	79
第一节 臭氧	79
第二节 硫的同素异形体	81
第三节 硫的化学性质 硫的存在、制法和用途	84
第四节 硫化氢 氢硫酸和金属硫化物	88

第五节	二氧化硫 亚硫酸	93
第六节	三氧化硫	97
第七节	硫酸的性质和用途	101
第八节	硫酸盐 硫酸根的鉴定	107
第九节	硫酸的工业制法——接触法	108
第十节	硒的性质和用途	114
第十一节	氧族元素性质的比较	116
第四章	碱金属	120
第一节	钠和钾的性质、存在、用途	120
第二节	钠和钾的氧化物和氢氧化物	124
第三节	钠盐	126
第四节	纯碱的工业制法	129
第五节	钾盐 钾肥	135
第六节	锂的性质和用途	138
第七节	碱金属元素性质的比较	140
第五章	元素周期律和元素周期表	145
第一节	元素分类的最初尝试	145
第二节	门捷列夫元素周期律	148
第三节	元素周期表	155
第四节	元素周期表里元素性质递变的规律	161
第五节	元素周期律在科学上和生产上的意义	165
在高一化学里新学到的仪器		172
学生实验		173
实验 1.	玻璃管的加工和装配简单装置	173
实验 2.	配制一定克分子浓度和当量浓度的溶液	175
实验 3.	中和滴定法	177
实验 4.	氯化氢和盐酸的制法和性质	180
实验 5.	氯、溴、碘的实验	182
实验 6.	硫化氢的制法和性质	184

实验 7. 二氧化硫的制法和性质·····	186
实验 8. 硫酸的性质·····	187
实验 9. 钠及其化合物的性质 焰色反应·····	189
实验 10. 关于“元素周期律和元素周期表”的实验·····	191
附录 I 元素周期表	
附录 II 重要元素的名称、元素符号和原子量表	
附录 III 金属活动性顺序表	
附录 IV 酸、碱、盐的溶解性表	

第一章 克原子 克分子

在初中化学里，我們已經学会应用普通的重量单位来进行有关重量的化学計算。但是在化学研究和化学生产里进行化学計算的时候，常常要同时考虑到物质的分子数或原子数，因此，化学上确定了一种新的包括双重涵义的单位——克原子和克分子。本章将教給我們什么叫做克原子和克分子，并将在这两个概念的基础上教給我們一系列新的化学知識和計算方法，由此，我們将会从实际应用来理解学习这两个概念的重要性。

第一节 克原子和克分子

1. 克原子

一个氢原子重 1 氧单位，一个氧原子重 16 氧单位，一个硫原子重 32 氧单位，一个鈉原子重 23 氧单位。这就是說，一个氧原子的重量是一个氢原子的 16 倍，一个硫原子的重量是一个氢原子的 32 倍，一个鈉原子的重量是一个氢原子的 23 倍。显然，同样重量的氢、氧、硫、鈉里所含的原子数决不会相等。要使它們所含的原子数相等，氢取一个重量单位，氧就要取 16 个重量单位，硫就要取 32 个重量单位，鈉就要取 23 个重量单位。由此可見，要使某种元素所含的原子数跟 1 个重量单位氢里所含有的原子数相等，这种元素的重量在数值上應該等于它的原子量，单位則跟氢所用的相同。

在化学上通常用克作这个重量的单位。也就是說，要使某

种元素所含的原子数跟 1 克^① 氢里所含有的原子数相等，这种元素的重量就应该等于在数值上等于它的原子量的克数。例如氢、氮、铝、铁、汞的原子量分别是 35.5、14、27、55.8、200.6 氢单位，因此，

35.5 克 Cl	} 里所含的原子数 = 1 克氢里所含的原子数
14 克 N	
27 克 Al	
55.8 克 Fe	
200.6 克 Hg	

由此可见，上面列举的各种元素的重量虽然不等，其中含有的原子数却相等。化学上把这种数值上等于原子量而以克作单位的元素的一定的量叫做克原子。例如 1 克原子氢就等于 1 克，1 克原子氧就等于 16 克，1 克原子硫就等于 32 克，其余依此类推。克原子的重量通常用“GA”表示。

1 克原子的任何元素都含有同数的原子。

〔演示 1-1〕在大小相同的三个广口瓶里分别盛 1 克原子镁粉、1 克原子铁粉、1 克原子镉粉。镁、铁、镉的原子量分别是 24.3、55.8、121.7。注意它们的重量和所占容积的大小。

从这个演示可以看到，尽管镁、铁、镉的克原子数相等，也就是说，它们所含的原子数相等，但是它们的重量和体积相差很大。可以从图 1 里看到它们的更精确的体积之比。

那么 1 克原子的任何元素里究竟含有多少个原子呢？

① 精确地说应该是 1.008 克氢，但是为了以后计算上的便利，所以取它的整数。

科学上已經有很多
种方法用来测定这个数
量。现在公认这个数量
的准确的数值是 6.02×10^{23} 。

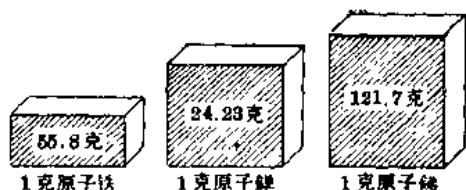


图1 1克原子
几种金屬的体积之比

由此可見, 1克原子的任何元素有下列一些特点:

- (1) 它們都包含有 6.02×10^{23} 个原子;
- (2) 它們在数值上跟各自的原子量相等;
- (3) 它們都用克作重量单位。

克原子这种单位跟我們常用的只表示一种量的单位不同, 克原子既表示重量, 又表示原子数, 含有两种量在內。

使用“克原子”这个单位的时候, 要特別注意不要把它跟“原子”混淆起来。原子非常小, 即使把原子量最大的原子 100 万个放在一起, 也不能用天平称出它的重量来。至于克原子, 不要說 1 克原子, 哪怕十万分之一的克原子也能称出它的重量来。

使用“克原子”这个单位的时候, 还要注意不要把“克原子”跟“原子量”“克”等概念混淆起来。

从下面的表里可以看到原子量和克原子这两个概念的区别和联系。

元素名称	原 子 量 (用氧单位作单位的) (1 个原子的重量)	克原子 (用克作单位的) (6.02×10^{23} 个原子的重量)
氢	1 氧单位	1 克
氧	16 氧单位	16 克
氯	35.5 氧单位	35.5 克
氮	14 氧单位	14 克

下面是运用克原子概念的一些計算。

(1)已知某元素的克原子数,求某元素的重量

〔例题 1〕 1.5 克原子铁重多少克?

〔解〕 铁的原子量是 55.8 氧单位, 1 克原子铁重 55.8 克。

1.5 克原子铁重 $55.8 \text{ 克} \times 1.5 = 83.7 \text{ 克}$

答 1.5 克原子的铁重 83.7 克。

(2)已知某元素重多少克,求某元素的克原子数

〔例题 2〕 160 克硫里含有多少克原子硫?

〔解〕 硫的原子量是 32 氧单位, 1 克原子硫重 32 克。

160 克硫里含有 $\frac{160}{32} = 5$ (克原子)

答 160 克硫里含有 5 克原子硫。

2. 克分子

1 个氢分子是由 2 个氢原子組成的。1 克原子氢里含有 6.02×10^{23} 个氢原子。显然, 由 2 克原子氢可以組成 6.02×10^{23} 个氢分子。2 克原子氢重 2 克。这就是說, 2 克氢里含有 6.02×10^{23} 个氢分子。1 个水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子組成的。同理, 由 2 克原子氢和 1 克原子氧可以組成 6.02×10^{23} 个水分子。2 克原子氢和 1 克原子氧共重 18 克。也就是說, 18 克水里含有 6.02×10^{23} 个水分子。依此类推可以知道, 某物质的分子量等于多少氧单位, 某物质的 6.02×10^{23} 个分子的重量就等于多少克。例如二氧化碳的分子量是 44 氧单位, 硫酸的分子量是 98 氧单位, 那么二氧化碳和硫酸的 6.02×10^{23} 个分子的重量一定分别等于 44 克和 98 克。

由此可見, 任何物质取跟它的分子量一样数值的克数, 其

中一定都含有 6.02×10^{23} 个分子。化学上把这种数值上等于分子量而以克作单位的物质的一定的量叫做克分子。例如 1 克分子二氧化碳就等于 44 克, 1 克分子硫酸就等于 98 克。

克分子的重量通常用“GM”表示。

1 克分子的任何物质都含有同数的分子。

[演示 1-2] 在四个大小相同的广口瓶里分别盛 1 克分子水、1 克分子硫酸、1 克分子氯化钠、1 克分子蔗糖。这四种物质的分子量分别是 18、98、58.5、342。注意它们的重量和所占容积的大小。

从这个演示可以看到, 尽管水、硫酸、氯化钠、蔗糖的克分子数相等, 也就是说, 它们所含的分子数相等, 但是它们的重量和体积都相差很大。可以从图 2 里看到它们的更较精确的体积之比。

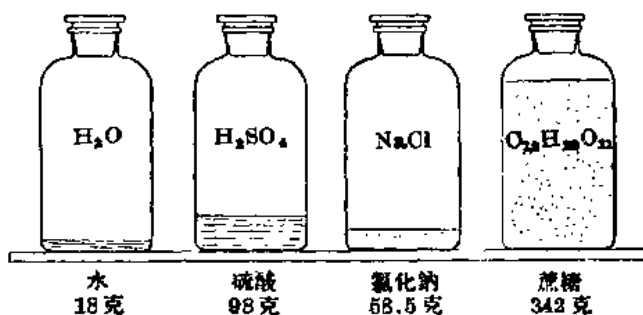


图 2 1 克分子的几种物质

跟使用克原子这个单位一样, 在使用“克分子”这个单位的时候, 要特别注意不要把“克分子”跟“分子”混淆起来, 也不要吧“克分子”跟“分子量”或“克”混淆起来。从下面的表里可以看到

分子量和克分子这两个概念的区别和联系。

物质名称	分子量 (用氧单位作单位的) (1个分子的重量)	克分子 (用克作单位的) (6.02×10^{23} 个分子的重量)
氢	2 氧单位	2 克
水	18 氧单位	18 克
二氧化碳	44 氧单位	44 克
硫酸	98 氧单位	98 克

克分子也是一种包含有两种量在内的特殊单位。

下面是运用克分子概念的一些计算。

(1) 已知某种物质的克分子数, 求某种物质的重量

〔例题 1〕 2.5 克分子的水重多少克?

〔解〕 水的分子量是 18 氧单位, 1 克分子水重 18 克。

$$2.5 \text{ 克分子的水重 } 18 \text{ 克} \times 2.5 = 45 \text{ 克}$$

答 2.5 克分子的水重 45 克。

(2) 已知某物质重多少克, 求某物质的克分子数

〔例题 2〕 49 克硫酸里含有多少克分子硫酸?

〔解〕 硫酸的分子量是 98 氧单位, 1 克分子硫酸重 98 克。

$$49 \text{ 克硫酸里含有 } \frac{49}{98} = 0.5 \text{ (克分子)}。$$

答 49 克硫酸里含有 0.5 克分子硫酸。

〔例题 3〕 1 公斤含 30% 的五氧化二磷的磷矿石里, 含有多少克分子五氧化二磷?

〔解〕 五氧化二磷的分子量是 142 氧单位, 1 克分子五氧化二磷重 142 克。

$$1 \text{ 公斤矿石里所含五氧化二磷的重量} = 1000 \text{ 克} \times \frac{30}{100} =$$

300 克。

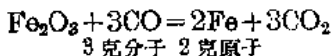
$$\text{五氧化二磷的克分子数} = \frac{300}{142} = 2.1$$

答 1 公斤磷矿石里含有 2.1 克分子五氧化二磷。

(3) 已知反应物或生成物的克原子数或克分子数, 求生成物或反应物的克原子数或克分子数

〔例题 4〕 用一氧化碳还原氧化铁, 生成 5 克原子铁, 用去了多少克分子一氧化碳?

〔解〕 一氧化碳还原氧化铁生成铁的化学方程式如下:



用 3 克分子一氧化碳还原足量的氧化铁, 可以制得 2 克原子铁。生成 5 克原子铁, 需要几克分子一氧化碳? 设 x 是一氧化碳的克分子数, 列成比例:

$$2 \text{ 克原子} : 5 \text{ 克原子} = 3 \text{ 克分子} : x \text{ 克分子}$$

$$x = \frac{3 \times 5}{2} = 7.5 (\text{克分子})$$

答 用去了 7.5 克分子一氧化碳。

习 题 1

1. 说出下列各对名词的相同点和不同点:

(1) 克原子和原子量, 克分子和分子量。

(2) 克原子和原子, 克分子和分子。

(3) 克原子、克分子和克。

2: (1) 1.5 克原子镁重多少克? (2) 71 克氯里含有多少克原子氯? (3) 1.5 克分子氢氧化钠重多少克? (4) 73 克氯化钠里含

有多少克分子氯化鈉?

3. 多少克鎂所含的原子数跟 8 克氧所含的原子数相等?

4. 多少克氫氧化鈉所含的分子数跟 49 克硫酸里所含的分子数相等?

5. 用硫酸跟鋅起反应而制备氫气的时候, 如果所用的鋅是 1/5 克原子, 能够产生多少克分子氫气? 需要多少克分子硫酸?

6. 給 1.5 克分子氯酸鉀加热, 能够生成多少克分子氧? 这些氧气重多少克?

7. 生产某种磷肥的时候, 成分里的氧化鎂跟氧化鈣的克分子数之比大約是 1:2。計算含有 32% 的氧化鈣的磷矿石 100 公斤, 应配含 20% 氧化鎂的含鎂矿石多少公斤?

〔提示〕 先由氧化鎂和氧化鈣的克分子数之比折合成重量之比, 然后进行計算。

第二节 当量 克当量

化合物的成分里各元素之間并不一定按 1:1 的原子数之比互相結合, 物质之間也并不一定按 1:1 的分子数之比互相起反应。例如我們已經知道, 1 原子氯只跟 1 原子氫互相結合, 而 1 原子氧却要跟 2 原子氫互相結合; 又例如中和 1 分子硝酸只需要 1 分子氫氧化鈉, 而中和 1 分子磷酸就需要 3 分子氫氧化鈉。所以有了已知原子数或分子数的克原子和克分子两个概念, 应用的时候有时仍感不便。学习了当量和克当量可以帮助我們进一步掌握这方面的知識。

1. 元素的当量 通过化学事实的积累, 人們发现, 元素相互

起反应的时候在重量关系上是具有一定的规律性的。让我们来研究一下下表所列的事实。

表 1-1 几种常见元素互相化合时候的重量比

化 合 物	重 量 组 成					
	H	C	O	S	Cl	Na
甲 烷 (CH ₄)	1	3				
水 (H ₂ O)	1		8			
硫化氢 (H ₂ S)	1			16		
氯化氢 (HCl)	1				35.5	
二氧化碳 (CO ₂)		3	8			
二硫化碳 (CS ₂)		3		16		
四氯化碳 (CCl ₄)		3			35.5	
氧化钠 (Na ₂ O)			8			23
硫化钠 (Na ₂ S)				16		23
氯化钠 (NaCl)					35.5	23

从这个表里可以看到, 每种元素都有一个一定的量, 当元素生成化合物的时候, 就各依这个一定的量的比互相结合。化学上把这个一定的量叫做当量, 并以 1 分重量的氢或 8 分重量的氧

为比較的标准。某元素跟 1 分重量的氢或 8 分重量的氧互相化合或互相置换的时候所需要的重量,叫做这种元素的当量。例如表 1-1 里 1、3、8、16 等重量就分别是氢、碳、氧、硫的当量。各元素互相化合的时候,它们的重量之比就等于它们的当量之比。

在两种元素组成的化合物里,只要一种元素的当量是已知的,就能够求出另一种元素的当量。

〔例题 1〕 在氧化铜里,铜的当量是多少?

〔解〕 在氧化铜(CuO)的分子里,1 个原子铜恰好跟 1 个原子氧化合,它们的重量之比是 63.5:16。已知氧的当量是 8,设 x 是铜的当量,列成比例:

$$63.5:16=x:8$$

$$x=\frac{63.5 \times 8}{16}=31.7$$

答 铜的当量是 31.7。

根据当量的定义,从置换反应也可以求得元素的当量。

〔例题 2〕 已知用 10 克锌可以从稀硫酸里置换出 0.305 克氢气。求锌的当量。

〔解〕 已知 1 当量任何元素可以置换 1 分重量的氢,设 x 是锌的当量,列成比例:

$$10:x=0.305:1$$

$$x=\frac{10 \times 1}{0.305}=32.7$$

答 锌的当量是 32.7。

从元素的原子量和化合价也可以求得元素的当量。

从表 1-1 里可以看到, 1 价元素的当量跟它们的原子量相

等，2价元素的当量等于它们的原子量的1/2，3价元素的当量等于它们的原子量的1/3。由此可见，元素的当量跟元素的化合价有着密切的关系。这个关系可以用下面的公式表明：

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

如果某元素具有可变化合价，那么它就有多种当量。因此，根据化合价来求当量的时候，必须注意元素在那种化合物里的化合价。例如在氧化亚铁(FeO)里，铁的当量是27.9(得自 $55.8 \div 2$)；在氧化铁(Fe_2O_3)里，铁的当量是18.6(得自 $55.8 \div 3$)。

当量通常用克作单位。数值上等于当量而以克作单位的一定的量叫做克当量。克当量跟克原子、克分子一样，也包含有两种量——重量和颗粒数；但是它跟克原子、克分子不同，克当量数相同的元素并不一定含有同数的原子。1克当量某元素所含的原子数，决定于它的化合价。

2. 化合物的当量 当量这个概念不仅应用在元素上，也应用在化合物上。人们发现，化合物跟化合物起反应的时候，在重量关系上也具有一定的规律性。先看一下下表所列的事实。

表 1-2 几种常见的酸碱起中和反应时候的重量比

重量之比 酸 \ 碱	NaOH (分子量=40)	Mg(OH) ₂ (分子量=58)	Al(OH) ₃ (分子量=78)
HCl (分子量=36.5)	36.5:40	36.5:29	36.5:26
H ₂ SO ₄ (分子量=98)	49:40	49:29	49:26
H ₃ PO ₄ (分子量=98)	32.7:40	32.7:29	32.7:26

从这个表可以看到,化合物也各有一个一定的量,化合物之間也是各依这个一定的量的比而起反应的。这个一定的量就是化合物的当量。

某化合物跟 1 分重的氢或 8 分重的氧完全起反应的时候所需要的量叫做化合物的当量。表 1-2 里的 40、36.5、49 等重量就分别是氢氧化钠、盐酸、硫酸的当量。

在化合物跟化合物之間所起的复分解反应里,或单质跟化合物之間所起的置换反应里,反应物质的重量之比就等于它们的当量之比。

化合物的当量也可以用克作单位。

根据化合物的克当量,可以从某化合物的已知克数里求出含有这种化合物的克当量数。例如已知硫酸的克当量是 49 克,那么 196 克硫酸里就含有 4(得自 $196 \div 49$)克当量硫酸。

从表 1-2 里可以看到,正价(或负价)总数^①等于 1 的化合物,它的当量等于它的分子量;正价(或负价)总数等于 2 的化合物,它的当量等于它的分子量的 $1/2$;正价(或负价)总数等于 3 的化合物,它的当量等于它的分子量的 $1/3$ 。由此可见,化合物的当量也跟化合价有密切的关系。这个关系可以用下式表明:

$$\text{化合物的当量} = \frac{\text{分子量}}{\text{正价(或负价)总数}}$$

根据这个公式,可以归纳出酸、碱、盐的当量的算法如下:

$$\text{酸的当量} = \frac{\text{酸的分子量}}{\text{酸分子里可被金属置换的氢原子数}}$$

① 化合物里如果有铵根或含氧酸根等原子团存在,计算原子团的价,不单独计算其中个别元素的价。

$$\text{碱的当量} = \frac{\text{碱的分子量}}{\text{碱分子里的氢氧根数}}$$

$$\text{盐的当量} = \frac{\text{盐的分子量}}{\text{盐分子里的金属原子数} \times \text{金属正价数}}$$

例如 HNO_3 的当量 $= \frac{63}{1} = 63$

$$\text{Ca(OH)}_2 \text{ 的当量} = \frac{74}{2} = 37$$

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ 的当量} = \frac{342}{2 \times 3} = 57$$

习 题 2

1. 什么叫做元素的当量和化合物的当量? 什么叫做克当量? 克当量跟克原子、克分子有什么相同的地方, 有什么不同的地方?
2. 为什么元素之间按当量之比而不一定按原子量之比互相化合?
3. 某元素的单质 28.5 克跟氢气完全化合以后生成 30 克化合物。求这种元素的当量。
4. 某金属氧化物里含有 40% 的氧。求这种金属的当量。
5. 某金属 11.9 克完全跟酸起反应以后, 放出 0.2 克氢气。求这种金属的当量。
6. 一种四价元素的氧化物含有 50% 的氧。求这种元素的原子量。

7. 求下列各物质的 1/10 克当量:



8. 中和 4 克氢氧化钠, 要用多少克当量的硫酸或盐酸?