

无机化学问答

无机化学問答

〔德〕埃里許·蒂洛 著

蔣 中 鰲 等 译



中国工业出版社

本书系根据柏林洪堡大学无机化学教研组教授埃里许·蒂洛博士所著“无机化学問答”一书的第六版譯出。本书用問答的方式編写，书中对普通化学和无机化学方面有关的最重要的問題作了全面、系統而簡明的回答。

本书对学习自然科学的大学生、中学化学教师和高中学生，以及化驗室工作人員均有参考价值。

本书由蔣中鰲、瞿德銓、罗湘仁合譯。

ANORGANISCHE CHEMIE
IN FRAGE UND ANTWORT
VON
DR. ERICH THILO
JOHANN AMBROSINS BARTH/VERLAG/LEIPZIG

* * *

无机化学問答

〔德〕埃里许·蒂洛著

蔣中鰲等譯

(根据化学工业出版社重印)

*

化工部图书編輯室編輯(北京安定門外和平北路四号樓)

中国工业出版社出版(北京德勝門外大街10号)

(北京市书刊出版事业許可證出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $4^{3/8}$ ·字数120,000

1959年11月北京第一版

1962年10月北京新一版·1963年5月北京第二次印刷

印数1847—6,809·定价(10-6)0.70元

*

統一书号: 15165·1920(化工-158)

第六版 序 言

14

許多研究化学的人，都感到需要有一本簡明的、包括初学的人所需具有入門性內容的无机化学教科书。这使我想起在一九三〇年时，我曾和教授尤金·賴貝諾維奇博士共同編纂的一本小册子，有将其重予出版的需要。这本小册子适合于曾經听过大报告并将其內容加以思考过的学习自然科学的人們应用。因此，本书是象复习一样地采取問答的方式編写，但絕不要求把所学的內容机械地加以死記硬背，而是为了运用另一种不同于一般普通教科书叙述方式的編写方式来和讀者见面，以启发讀者們的独立思考能力，并把易于忽略的东西都能很好地联系起来。

本书的各个答案，就是按照上述要求来写的。讀者非但对于最重要的問題可以获得一个简单而清晰的回答，这在普通教科书內往往要經過长篇累牍的叙述才能获知，同时还能給讀者对各个有关問題的原理予以简单扼要的說明。

为了使讀者对于无机化学和工艺的各种問題，获得一个清晰明了而不需要多費思考的答案起见，有必要把各化学元素的处理方法加以比較广泛地叙述。

希望这本书的出版能解决大学生們經常提出的“什么东西是重要的”这个問題。很自然，教師們和化驗人員在回答这些有关純粹本質方面的問題时，是不可能一致的。但若能对无机化学方面的問題和实际情况进行深入钻研，并領会和掌握本书的精神实質，那将有助于他在研究方面获得成效。

为了滿足讀者們的盼望，早日出版本书的第六版是必要的。在这一版中又作了一些增訂，其間承蒙許多专家同志和朋友們帮助和指正，謹此致万分誠摯的謝意。

自本书第五版出版以来，距今为时尚短，故尚不需修改原文，而仅把元素表作了一些补充，以适应研究的需要。

最后，承英格立特·格隆子夫人帮助校对，亦謹致謝忱。

埃里許·蒂洛

1955年10月于柏林·阿特萊尔斯霍夫

目 录

序言	1
----------	---

I. 普通化学

1. 化学及其分类	3
2. 化学元素	4
3. 单质和化合物	4
4. 原子、分子和晶体	7
表 1: 化学元素	9
5. 化学符号	13
6. 元素的分类	14
表 2: 元素周期系	16
表 3: 用缩短长周期方法写的 元素的周期系	18
7. 原子结构	16
8. 键合种类	20
9. 无机化合物最重要的类型	23
10. 化学反应定律	27
11. 最重要的化学反应	36

II. 无机化学

12. 氢	40
13. 氧	43
14. 爆鸣气、水和过氧化氢	46
15. 氮	50
16. 空气和稀有气体	60
17. 卤素	61
18. 矿砂族	67
19. 磷族元素	72
20. 碳族	78
21. 周期系第三族	91
22. 周期系第二族	95
23. 周期系第一族	103
24. 铁族元素	116
25. 钪属和铂属元素	123
26. 放射性元素和人工放射性	124
索引	129

1. 普通化学

1. 化学及其分类

什么是化学？

化学是自然科学中从事于研究物质变化的学科。

是否物質的一切变化均屬化学变化？

不是的。还有物理变化(例如冰变为水的变化)及介于物理变化和化学变化之間的变化，例如碳酸鈣的两种形态——霰石和方解石之相互变化。

如何区分物理变化和化学变化？

物質在化学变化时会产生新的品种、分子、自由根或原子，但在物理变化时，物質的本性并不改变。

化学是怎样分类的？

化学可分为两大类：研究对于一切化学变化均适用的定律的一类，謂之普通化学；研究各物質的化学性质的一类，謂之特殊化学。按照物質的种类，又可将特殊化学区分为无机化学和有机化学。

何謂有机化学？

从前的理論是凡研究有机体(动物質和植物質)变化的化学，称为有机化学，但近代則以研究碳化物的化学，称为有机化学。

何謂无机化学？

从前的說法是无机化学系研究矿物质变化的化学，不过近代的說法是特殊化学除了碳化物化学之外，其余部分均称为无机化学。

何謂物理化学？

物理化学系普通化学的一部分，它是研究在化学反应时，物理条件(如热、电、光、压力等等)对于物質及其化学性质的影响，以及反应的物理結果(产生热、电、光等等)。热化学、电化学、光化学等都是物理化学的一部分。

2. 化 学 元 素

什么是化学元素？

化学元素是构成一切物质而又相当小的单位，一切物质均能分解成元素，并再由其重新化合，但元素本身却不能用化学方法再继续分解。

元素是否能相互转变？

对可称取的数量而言，这种转变在最近才成为可能。但对不可称取的数量而言，则在自然和人造放射性元素发生分裂(蜕变)时，才能自发进行这种转变。此外，几乎所有的元素都可用物理方法使其转变成另一种元素。但元素的这种转变并不属于化学本身范围之内。

是谁将今日的元素概念引入化学的？

在上古时代，人们(如亚里斯多德)就认为所有的物质均由若干微小的基本成分所组成，于是就任意假定物质是由气、土、水和火所组成。直至容更斯(1642)和波义耳(1664)，才给元素的概念以今日尚能适用的基于经验的定义。

人们已认识了多少自然元素？

现在，已经认识了101种^①元素；这些元素组成一个自然排列。但迄今还不能说明可能存在的元素的数字。在101种元素中，只有89种元素在地球上才是实际存在的，其余12种元素则为人造的。

3. 单质和化合物

什么是单质？

所谓单质就是只包含一个元素的物质，例如固体磷或磷的蒸气就是单质，因其只包含一种磷元素；金刚石也是单质，因其只包含一种碳元素。

什么是化合物？

化合物是由多种元素组成的均一物质，例如水是由氢元素和氧

① 现已发现第102种元素钷(No)——译者注。

元素組成的均一物質。

如何區分化合物和混合物？

首先，一個化合物必須是均勻的，此即每一機械分離的最小部分必須具有相同的化學性質。反之，有些物質可以被區分為各不相同的部分，但却不是化合物，而是物理混合物。因為有些混合物例如氣體混合物（空氣）和溶液（糖水）亦是完全均勻的，所以用完全均勻性的特征作為化合物的定義是非常不夠的。非常嚴格地區分混合物和化合物是比較困難的。下面所述的特征足以表示化合物的特性：元素在化合物中只能是以一定的數量比例出現，而這種比例在混合物中確是可以作很多的變更（不同濃度的溶液）。其次，一種化合物的化學性質是特殊的，並且是不同於組成它的成分的化學性質，但混合物卻不然，各成分在混合物中還是保存其原有的性質（例如空氣中的氧還是保持它的燃燒性質）。最後，化合物一般是不象混合物那樣能用簡單的方法使其分解成為組成它的成分（例如通過蒸發溶劑而分解溶液）。

何種物質是介於化合物和混合物之間的物質？

溶液：作為物理上均勻的液態或固態溶液。在構成溶液時（與構成氣體混合物時相反），其成分的性質常常作很大的改變（例如比較食鹽溶液的導電率，在其他條件相同的情況下，既不同於食鹽，亦不同於純水）。因此，就認為在形成溶液時，在溶劑和溶質之間出現了一種接近於化學過程的交換。但因其成分的重量比例可在較大的範圍內變化，故又不同於化合物。

什麼是合金？

合金是一種在外表看來均一的、常常是由金屬通過共融而產生的一種混合物（可與若干非金屬的元素共融，如碳、磷等等）。很多合金在顯微鏡下可看出是機械混合物；但其他的合金確實是均勻的，這就是固態溶液（成分連續改變的）或真正的化合物（成分固定的）。

何謂定比定律？

所謂定比定律，就是化合物具有完全一致的固定不變的組成。水不依賴於其形成的方法和物理條件，它總是包含 8 重量單位的氧和 1 重量單位的氫，食鹽總是包含 23 重量單位的鈉和 35.5 重量單位

的氯等等。

何謂倍比定律？

所謂倍比定律，就是兩種元素相互化合而生成多種化合物時，在這些化合物中，與一定重量的甲元素相化合的各乙元素的重量，互成簡單的整數比，例如氫和氧除了構成水以外，還可構成另一種化合物——過氧化氫。前者與一重量單位氫所化合的氧的重量單位是8，後者則是16；8和16就成1:2的簡單比例。由多種元素構成的化合物亦與此相類似。例如三種元素——氫、氯和氧可構成四種不同的化合物；在這些化合物中，與1克氫以及同樣與35.5克氯的化合就可有16、32、48和64克的氧，因此就成1:2:3:4的比例。本定律對具有高分子量的物質不適用。

何謂聚集狀態？

大多數單質和化合物能以三種狀態（固態、液態、氣態）出現。人們就稱這三種狀態為物質的三種聚集狀態。物質的聚集狀態會受到壓力和溫度條件的限制。

什么是同素異形体？

許多單質和化合物能構成多種不同的固態變體（很少是液態的或氣態的變體），例如黃磷和紅磷；金剛石和石墨；氧和臭氧，我們就稱這類變體為同素異形体。許多元素（硒、砷等等）有一種金屬變體和一種或多種的非金屬變體。

什么是臨界溫度？

所謂臨界溫度，就是高於此溫度物質不能再以液態存在；高於臨界溫度，可以不增加壓力而使氣體或蒸氣液化。

什么是膠體狀態？

許多物質（特別是有機物，但亦有無機物，如硫化砷、硅酸、金屬金和銀等等）在特殊的情況下（例如一物質在溶液中分離出時）具有構成一種帶有溶劑的純粹液體混合物的能力，但其本身並不溶解，人們就稱這種混合物為“膠體溶液”。在膠體溶液中，溶質並不是以質點直徑小於 $10\text{\AA}=10\times 10^{-8}$ 厘米的分子或原子存在，而是以較大的質點存在，這種質點在超顯微鏡下能看到並且借助於一個所謂超濾器而將溶劑分離出去。膠粘質點的直徑介於10和 $1000\text{\AA}$ 之

間。構成膠體溶液的能力不只與化學組成有關，而且與物質的預處理(乾燥、灼燒)等有關，預處理能改變最小質點的情況(本性)。此外，還有氣態或固態的膠體系統。

何謂溶解度？

有些物質能以任何比例混合而成均勻的溶液(例如水和硫酸)。但有很多物質，其溶解只能達到某個一定的限度；於是，人們就稱此限度為A物質溶解於B物質(溶劑)中的溶解度。一般規定100克溶液中所溶解的克數或100 立方厘米溶液中所溶解的克數。含有溶質達最大含量的溶液，稱為飽和溶液。物質的溶解度與溫度有關，一般隨着溫度的升高而增大。但亦有一些物質(例如石膏)的溶解度，則隨溫度的升高而降低。

4. 原子、分子和晶體

什麼是原子？

原子是元素的最小單位，在化學上不能再分解成更小的單位。原子能相互化合成化合物並以化合物形態保持其存在。基於能將各原子從它們相互結合的狀態中分離出來，所以我們能將化合物分解成其組成元素。

誰將原子的概念引入化學？

在古代，就已有許多哲學家(德謨克里脫)認為所有的物質均由肉眼看不見的微小質點構成，這種微小的質點就被認為是原子。至於應用原子學說於化學過程，特別是將它與定比定律和倍比定律結合起來的成就，則應歸功於英國化學家道爾頓(1800年)。

如何運用原子理論來解釋定比和倍比定律？

首先，假定一元素的所有原子彼此都是相同的，特別是具有同樣的大小。在結合成化合物時，不同元素時常是以同數的原子相互聚合(定比定律)。當兩種元素能組成多種不同的化合物時，則一元素就以一定數目的原子與另一元素的另一個不同數目的原子相互聚合；例如在氫、氧、氮組成的四種化合物中，與一個氫原子和一個氮原子相結合的有1個氧原子、2個氧原子、3個氧原子或4個氧原子。

關於元素所有原子完全相同性的假定在今天是否還完全適

用?

不。由于同位素的发现已经指出，大多数的元素是由原子的混合物组成，这些原子在化学上是相同的，但其具有不同的大小。由于化学的相同性，这种不同的原子在一次相互混合后就能永远不会分散，但这只对于不完全是由相同的原子但具有断然相同的混合物而只是其大小恰似不同的原子所组成的元素才有效。这就化学方面而言，实际上是并没有什么区别。关于放射性元素将在专门的章节中讨论(参看第七节和第二十六节)。

何謂元素的原子量?

一个元素的原子，它比一个选用作为关系元素(比較元素)的原子重多少倍，这个数字就称为該元素的原子量。

在測定原子量时是以何种元素作为基础或关系元素的?

首先，人們令最輕的元素——氢的原子量为1。于是，就得出氧的近似值是16。根据实验在确定其他元素的原子量时，常常是通过与氧比較而得出各元素的原子量，其时确定氧的原子量为整数16。但后来经过精确的测定指出，氧和氢的原子量的比例并不是整数16:1，而是15.87:1。为了不改变所有的原子量，于是就决定氧的原子量繼續令其等于整数16，并以此数作为测定原子量的基础。于是，氢的原子量就等于1.008。

如何測定相对原子量(比較原子量)?

通过化学定量分析得知，一元素以多少重量单位与另一元素的一个重量单位相结合，例如经过精密分析二氧化碳气体，得知在二氧化碳中，是1重量单位的碳和2.67重量单位的氧相化合。为了通过氧的原子量而确定碳的原子量，我們还需要了解在二氧化碳中有多少个碳原子和多少个氧原子相结合。由于长时期以来，始終沒有可靠的論点足以判定这种或类似的問題，所以大多数原子量是不可靠的。但是，今天我們可以根据一系列的定律肯定地說，在二氧化碳中含有2个氧原子和1个碳原子。从它們的比例 $1 \times X : 2 \times 16 = 1 : 2.67$ ，于是就得出碳的原子量 $X = 12.0$ 。通过分析适当选择的化合物，用类似的方法，可得到一切元素的原子量系統(见表1)。

化学元素(按1953年国际原子量表)

表 1

原子序	元 素	符 号	原 子 量	原子序	元 素	符 号	原 子 量
1	氢	H	1.0080	37	铷	Rb	85.48
2	氦	He	4.003	38	锶	Sr	87.63
3	锂	Li	6.940	39	钇	Y	88.92
4	铍	Be	9.013	40	锆	Zr	91.22
5	硼	B	10.82	41	铌	Nb	92.91
6	碳	C	12.010	42	钼	Mo	95.95
7	氮	N	14.008	43	锝	Tc ⁺	(99)
8	氧	O	16.0000	44	钌	Ru	101.7
9	氟	F	19.00	45	铑	Rh	102.91
10	氛	Ne	20.183	46	钯	Pd	106.7
11	钠	Na	22.997	47	银	Ag	107.880
12	镁	Mg	24.32	48	镉	Cd	112.41
13	铝	Al	26.98	49	铟	In	114.76
14	硅	Si	28.09	50	锡	Sn	118.70
15	磷	P	30.975	51	锑	Sb	121.76
16	硫	S	32.066	52	碲	Te	127.61
17	氯	Cl	35.457	53	碘	I	126.91
18	氩	Ar	39.944	54	氙	Xe	131.3
19	钾	K	39.100	55	铯	Cs	132.91
20	钙	Ca	40.08	56	钡	Ba	137.36
21	钪	Sc	44.96	57	镧	La	138.92
22	钛	Ti	47.90	58	铈	Ce	140.13
23	钒	V	50.95	59	镨	Pr	140.92
24	铬	Cr	52.01	60	钕	Nd	144.27
25	锰	Mn	54.93	61	钷	Pm ⁺	(145)
26	铁	Fe	55.85	62	钐	Sm	150.43
27	钴	Co	58.94	63	铕	Eu	152.0
28	镍	Ni	58.69	64	钆	Gd	156.9
29	铜	Cu	63.54	65	铽	Tb	159.2
30	锌	Zn	65.38	66	镝	Dy	162.46
31	镓	Ga	69.72	67	钬	Ho	164.94
32	锗	Ge	72.60	68	铒	Er	167.2
33	砷	As	74.91	69	铥	Tu	169.4
34	硒	Se	78.96	70	镱	Yb	173.04
35	溴	Br	79.916	71	镱	Lu	174.99
36	氪	Kr	83.80	72	铪	Hf	178.6

續表

原子序	元 素	符 号	原 子 量	原子序	元 素	符 号	原 子 量
73	鉭	Ta	180.88	88	鐳	Ra	226.05
74	錳	W	183.92	89	錒	Ac	227
75	銻	Re	186.31	90	釷	Th	232.12
76	銱	Os	190.2	91	鐳	Pa	231
77	銲	Ir	193.1	92	錒	U	238.07
78	鉑	Pt	195.23	93	錒	Np ⁺	(237)
79	金	Au	197.2	94	釷	Pu	(242)
80	汞	Hg	200.61	95	錒	Am ⁺	(243)
81	銻	Tl	204.39	96	錒	Cm ⁺	(243)
82	鉛	Pb	207.21	97	錒	Bk ⁺	---
83	銻	Bi	209.00	98	錒	Cf ⁺	---
84	鉈	Po	210	99	錒	E ⁺	---
85	砒	At	(210)	100	鐳	Fm ⁺	---
86	氡	Rn	222	101	鐳	Mv ⁺	---
87	銣	Fr	(223)				

标有“+”符号的元素系人造元素。加括号的数值系最重要的同位素的质量数。

什么是克原子？

以克为单位的原子数就称为克原子，此数相当于它的原子量，例如，1.008克氢、16克氧、12克碳等等。

原子的真正质量究竟有多大？

根据几个不同的方法已经证明在一克氢中（同样在任一元素的一克原子中）包含有 6.02×10^{23} 原子（所谓罗斯密特数）。于是，用 6.02×10^{23} 除它的相对原子量就可得出以克为单位的元素的一个原子的质量。一个氢原子量 $1.008 : 6.02 \times 10^{23} = 0.17 \times 10^{-23}$ 克

什么是分子？

在构成简单物质和化合物时，原子时常结合成由一定量原子组成的产物（结构），于是就命其名为分子；可见物质就是由这些分子组成的，一如建筑物由墙砖砌成那样。分子亦是极其小的质点，这种质点还具有有关物质种类的特性，例如氧原子可构成两种不同的单质：普通的氧和臭氧。这两种物质是由相同的原子构成，但组成不同的分子，普通氧分子含有两个氧原子，而臭氧分子含有三个氧

原子。

分子的概念是怎样建立的？

为了解释气体的特性，在十七世紀时，有一系列的研究者（例如丹尼尔·伯努利）发展了这种概念，即气体是由各个在空間能自由流动的质点——分子所組成。

是否每一种物質均由分子組成？

不。一般我們只能說那些成气态或液态或固态存在的物質，是由分子組成的。对結晶物質而言，常常是不能全部分成单独的分子，在很多情况下，是将整个晶体（無論有多大）看作为单一的分子。

何謂分子量？

一个分子的重量是以氧原子重量的 $1/16$ 作为单位，或等于組成該分子的原子重量的总和，就称为該分子的分子量。

何謂克分子和克分子溶液？

相当于一物質的分子量，并以克为单位的物質的数量（例如 $18\text{克H}_2\text{O}$ ），就称为克分子或簡称为摩尔。常常以在单位体积內的克分子数称为溶液的浓度。如果 1立升 溶液中含有 1克 分子溶质，就称为一克分子溶液。

什么是当量和什么是当量溶液？

我們称不同物質能互相化合或取代的数量为当量。在中和时，例如一克分子的盐酸是相当于半克分子的硫酸，在氧化时，例如一克原子氧相当于二克原子氢。

所謂一物質的当量，一般就是指有关物質那些能与一克原子氢化合或能取代一克原子氢的数量。

在 1立升 溶液中含有一当量有关物質（溶质）的溶液，就称为当量溶液。“当量”和“当量溶液”的概念不是对每一种物質都只有一种意义，而可能在有关物質进行不同反应时具有多种意义。

如何测定气体的分子量？

根据阿佛加特罗定律：在同溫、同压下，同体积的任何气体都含有相同数目的分子。因此，二种气体分子量之比应等于其密度之比（在溫度和压力相同的条件下测定）。通过純粹的密度测定（按凡·曼叶、多馬斯等方法），亦能測得任何气体的相对分子量。为了比較

原子量和分子量起见，我們至少要知道1分子的气体是由多少个原子組成。例如，对氢就作如下的考虑。如一定体积的氢气和一定体积的氯气反应时，这两种气体就无剩地全部化合成氯化氢气体，而且其总体积不变。按阿佛加特罗定律，此即一分子氢与一分子氯产生二分子的氯化氢。由此可知，每一氢分子（氯亦相同）至少必須具有两个原子，然后才能将一分子氢組成的氢气分配于二分子的氯化氢。于是，在不发生反应时，人們就获得在一个氢分子中含有多于两个原子的根据。此外，对氢气的分子量是2（精确的是2.016）的假定已在测定一定量气体中的分子数时加以証实。在用此法确定氢的分子量是2之后，就可通过将其他气体的密度与氢的密度作比較而获得其他气体的分子量。

那些气体是单原子的？

从气体密度的測定中得知，只有所謂稀有气体（如氦和氖），以及在足够高的溫度下的金属蒸气（例如水銀）具有一个原子的分子（此即对这些气体而言，原子和分子是相等的）。

那些气体是双原子的？

全部所謂基本的主要气体：氧（ O_2 ）、氮（ N_2 ）、氢（ H_2 ）、氯（ Cl_2 ），以及若干化合物，如一氧化碳（CO）是双原子气体。

那些气体是多原子的？

单质：例如臭氧（三原子氧， O_3 ）、磷蒸气（ P_4 ），在不太高的溫度下的硫磺蒸气（ S_8 ）等等，以及一切气态化合物。

如何測定溶解物質的分子量？

很类似于气体定律的定律适用于稀薄溶液。我們必須想象在这种溶液中，溶解物体的各个分子同样能象在气体中一样自由运动。溶液的多种特性，如所謂渗透压（类似于气体压力），由于溶质而引起的溶剂冰点的降低和沸点升高，只是与溶液的单位体积内的分子数（或离子，见下）有关。如溶剂相同，則不同溶质的相同分子数就具有相同的效应。如a克物质A所引起的冰点降低等于b克物质B所引起的冰点降低，則a和b的数量必須是由相同数的分子組成，因此，分子A和B的重量比就等于a:b。

什么是离子？

带电的原子和分子被称为离子。在气体、电解液(即导电溶液)和固态晶体中会遇到这种离子。一原子或分子所带的电荷常是所谓基本电荷($e=4.77 \times 10^{-10}$ 静电单位)的若干倍。离子的产生是由于原子或分子接受了一个或几个基本电荷即所谓电子或放出若干其在中性状态存在时的电子。

何謂正离子和負离子?

由于放出电子所产生的离子,称为正离子或阴向离子,由于接收电子而产生的离子就称为負离子或阳向离子。如原子或分子容易构成正离子,我們就称該原子或分子为“正”(例如金属原子);反之,就称为“負”(如卤素原子)。

晶体是怎样构成的?

晶体是由有規則地排列在一个所謂晶格中的原子、离子或分子組成的。这种排列的种类是与肉眼可见的晶体的特性、界面有規則的排列和与晶体方向有关的物理特性的变更(如折光、热膨胀),所謂各向异性有关。

人們是如何想象晶体的构造的?

在很久以前,人們就根据晶体的外形来揣測晶体是由有規則排列的最小质点組成。1912年拉烏埃、腓特里許和克逆宾发现,借助于X射綫可直接証实最小晶体单位的有規則排列。运用这种X射綫的方法,亦可以确定这种最小单位是离子,还是原子或分子。

5. 化学符号

在化学中是如何表示元素的?

大多数是用元素的拉丁名字的第一或第二个字母組成的符号表示之。氧= O_2 ; 氢= H_2 ; 鉄= Fe (Ferrum)等等。

在化学中是如何表示化合物的?

并列书写化合物中含有的元素的符号以表示之,其时用一指数(标号)以指出不同元素的相对原子数,例如 H_2O 的意思就是在水中含有一个氧原子和两个氢原子。若已知分子的大小和組成,就用适应于化合物分子組成的化学式加以表示,例如我們写过氧化氢的化学式是 H_2O_2 ,而不是 OH ,这是因为从測定分子量中得知,該化合

物的分子是由两个氢原子和两个氧原子組成。同样，当我们要用符号表示自由氧和氢时，就写 O_2 和 H_2 ，这是因为这两种单质是由两原子組成的。

通过符号亦能指出其一定的数量嗎？

是的。特别是在化学反应进行时，通过符号如 O 、 H_2O 等等，不仅标志了何种物质，而且亦指出了其一定的数量，如用 O 或 $1/2 O_2$ 以表示一克原子氧，用 H_2O 表示一克分子水等等。

如何說明符号如 $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ 或 $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$

有些化合物仿佛是由各个結合得相当松弛的部分組成，例如由氯化鈣($CaCl_2$) 和所謂結晶水組成 $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ ，此种結晶水在加热时就会从化合物中分离出来。这种化合物含有不同的分子，这些分子相互結合成一个比較大的单位。因此，我們也就称它为分子化合物。在化学式中的点是不需要讀出的，它并不相当于数学式中的“ $\times$ ”的記号。

如何表示离子？

用 + 或 $\cdot$ 表示正离子，其数目就表示基本电荷的数目，例如鈉离子用 Na^+ 或 $Na^\cdot$ 来表示，一个鈉原子带有一个基本电荷，鉄离子用 Fe^{+++} 或 Fe^{+++} 表示，一个鉄原子具有三个正电荷。用类似的方法用負号(-)或撇(')表示負离子，氯离子用 Cl^- 或 Cl' 来表示，一个氯原子带有一个負基本电荷。硫酸根离子用 SO_4^{--} 或 SO_4^{--} 表示，一个硫酸根带有两个負基本电荷等等。在应用方面，亦有用这样的符号如 P^{5+} 或 O^{2-} ，此即表示带有五个正电荷的磷原子或带有两个負电荷的氧原子等等。

6. 元素的分类

什么是元素的周期系？

如同門德雷耶夫和罗泰尔·梅耶尔于 1869 年所发现的那样，在化学元素的自然排列中，具有相似性質的元素是按某种位置而一再重复的。因此，就有将具有相似性質的元素排列在一起并排列在一表中的可能。这就构成奠定化学分类基础的自然的元素組。

何謂系統中的“周期”？