

兽医专业试用教材

兽 医 化 学

上册

山 西 农 学 院

一九七五年十一月

目 录

第一部分	基本概念	1
第一章	化学的基本概念	1
1-1	化学研究的对象和任务	1
1-2	物质的组成——原子、分子	5
1-3	元素、单质、混合物、化合物	7
1-4	分子式、原子量、分子量	9
1-5	化学方程式	14
第二章	物质结构概述	17
2-1	原子结构的基本知识	17
2-2	同位素与放射性	23
2-3	分子结构	26
第二部分	生产流程	36
一、	制备纯水	36
二、	NaCl 提纯	36
三、	生理食盐水的配制	37
四、	产品化验	37

第三部分 理论教学	38
第三章 水	38
3—1 水的组成、性质及其存在	38
3—2 水溶液	41
3—3 水的电离与溶液的P H值	44
一、 电离的概念	44
1、 电离过程	45
2、 酸、碱、盐的电离	48
3、 电离平衡和电离平衡移动	51
二、 溶液的P H值	
3—4 水的净化	58
一、 水的澄清	59
1、 过滤澄清法	59
2、 化学澄清法	60
二、 水的消毒	61
1、 煮沸消毒	61
2、 漂白粉消毒	61
3、 高锰酸钾消毒	62
三、 蒸馏水	62

1. 基本概念	62
2. 普通蒸馏装置	62
3. 氧化还原的概念	64
四. 交换水	67
1. 基本概念	68
2. 一般交换装置	68
五. 723—3 型离子交换水器使用要点说明	70
第四章 食盐提纯	75
4—1 溶解度及分配定律	75
4—2 沉淀平衡	79
4—3 中和与盐的水解	84
第五章 生理盐水的配制	90
5—1 溶液的浓度	90
5—2 溶液的渗透压	100
第六章 产品化验	105
6—1 容量分析简介	106
6—2 容量沉淀法	109
6—3 比色分析法	111
6—4 缓冲溶液	117
6—5 胶体概念	121

目 录

第一	实验室一般知识介绍	1
第二	定性鉴定	4
第三	分析天平	13
第四	食盐再结晶	19
第五	晶盐化学提纯	20
第六	生理盐水的配制	21
第七	生理盐水中 NaCl 含量测定	22
第八	生理盐水 pH 值测定	24

附 录

1.	洗液配制法	25
2.	各种试剂配制法	26
3.	酸碱和氨的溶液在 15° 时的比重	29
4.	一些常用的酸碱混合指示剂配制法	30
5.	各种 pH 值标准缓冲液的配制	32
6.	过滤与洗涤操作	41
7.	容量分析基本操作	46
8.	热原的性质及除去方法	55

第一部分 基本概念

第一章 化学的基本概念

本章要点

1、认识世界是物质的，物质是可分的，不连续的，并在不断地永恒地运动着。原子与分子的“化合与化分”是化学研究的对象。

2、学习元素周期表从具体元素出发，了解“量变到质变”这一自然客观规律。

3、通过化合价和当量的学习，认识元素相互化合时的定量关系。

1—1 化学研究的对象和任务：

在我们周围的世界中，各种动物界的、植物界的、非生物界的一切，都是存在于我们意识之外，不依赖于我们的意识而独立存在的客观现实。它们都是运动着的物质。并且每种物质都有自己的运动形式，“所有这些物质的运动形式，都是互相依存的，又是本质上互相区别的。每一物质的运动形式都具有特殊的本质，为它自己的特殊的矛盾所规定。”例如：水、铁、硫、石灰、氯化钠等都是不同的物质。

一切物质都是在永恒不停地运动中。“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于

他事物的特殊的本质”。不同科学研究着物质运动的各别形式。那么化学研究的是什么呢？

恩格斯指出：“关于原子运动的科学，即化学”。原子有化合成分子的倾向，而分子又有分解为原子的倾向，即化合与分解为化学的基本矛盾。正是毛主席指示的“化学中的化合与化分。”这是化学的运动形式，是化学的研究对象。

随着化学的发展，化学又分支为无机化学、有机化学、生物化学、胶体化学、……。而在这些化学分支里，仍然是研究化合与分解为主要目的的。

无机化学，是研究除碳氢化合物以外，所有元素的原子——分子体系的化合与分解过程。同时，还包括了为整个化学知识提供一般的理论基础和概念，例如原子结构、化学键理论、元素周期系、酸碱理论、化学平衡理论等等。

有机化学，是研究碳氢化合物分子的合成及分解过程，在这里突出地表现在碳——碳原子及碳——氢原子结合与分解过程间的特殊矛盾性。

分析化学，是借助化学分解的手段，测定物质的化学组成的方法。在这里，分解成为矛盾的主要方面。

生物化学，是研究生物体内的主要化合物，特别是糖、脂肪、蛋白质的分子合成及分解的过程；研究这些化合物引起生命活动的功能。它架起了由物质的化学运动形式到生物运动形式之间的桥梁。

总之，恩格斯指出：“一切化学过程都归结为化学的吸引和排斥的过程。”化学的研究对象必须反映化学过程的特殊矛盾性。

在长期的生产斗争和科学实验的实践中，人们认识到有时物质经过变化——运动，而不生成新物质。例如：水的蒸发。液体的水

和气体的水是同一物质，只不过是处于不同的状态，这种不生成新物质的变化，叫做物理变化。

有时物质经过变化，生成了新的物质。例如铁的生锈。铁和铁锈在组成、结构和性质上都是不同的。“其内部都包含着本身特殊的矛盾”。这种生成新物质的变化，叫做化学变化，也叫化学反应。

生物体内部矛盾斗争表现出多种形式，如代谢、能量转化、化学反应等等，也就是说生物的生命过程在某种意义上讲，是与一定的化学反应分不开的。这些体内的化学反应也有它的内在规律。要是规律受到破坏，此即会发生某种疾病。医务工作者的任务之一，就是纠正反常的化学反应于正常限度之内，最好预防这种现象的发生。为此，就必须通过三大革命的实践，认识规律，掌握规律，应用规律，创造条件使化学反应不超过正常范围。

“我们看事情必须看它的实质”。为了认识本质，所以我们兽医专业的学员，在学习专业之前，需具备必要的化学知识，以便为今后专业基础课和专业课学习，打下必不可少的知识基础。

过去的兽医化学，由于叛徒、内奸、工贼刘少奇推行“洋奴哲学”、“爬行主义”的黑货，使得教材大都是搬用或抄袭苏修、美帝的，正如列宁所指出的“这种学校里的每一句话，都是根据资产阶级的利益捏造出来的”。它们既不考虑学生的实际知识水平，又不从我国的实际需要出发，更谈不到为生产服务，因此，化学课成了为化学而化学。再加上某些教师卖弄渊博，又故意将那些抽象难懂、凡琐无用、形而上学的东西搬上讲台，这就严重地摧残了青年一代。然而在反革命修正主义教育路线的庇护下，旧基础部又规定了“三关”——“因材施教”、“考试突然袭击”、“不登门辅导”等，对咱们工农兵子弟实行关、卡、压。

“在阶级社会中，每一个人都一定的阶级地位中生活，各种思想无不打上阶级的烙印”。旧的化学教材也不例外。由于它是抄袭美帝、苏修的，故它实质上是灌输反动的剥削阶级世界观的工具。如美国的谈明化学讲“科学的化学乃系一种物质变化的思索。（请注意这思索二字）藉以了解，预测及控制物质的变化”。苏修捏克拉斯夫著普通化学教程在引用恩格斯对门捷列夫的评价后就修正道：“门捷列夫的科学成就，事实上是远远高于勤未累的发现，勤未累和亚当斯发现海王星是根据了所看到的天王星运行的不规则性，以及依据了公认的牛顿定律，而门捷列夫之所以发现元素以及预言它们的性质，是根据了他所创立的系统中的空白格子，以及依据了他所发现的尚未被公认的定律”。看！门捷列夫被他们神秘化到何等程度。用这种手法偷运进唯心主义，是自然科学领域里贩卖唯心主义的主要形式之一。

恩格斯曾说：“科学的发生和发展从开始起便由生产所决定的”。然而旧的化学课，则片面地强调“理论至上”、“智育第一”、“三基”（基本理论、基本知识、基本技能）和三性（系统性、完整性、严密性）等。正如列宁所指出的：“旧的资本主义留给我们最大的祸害之一，就是书本与实践完全脱节”。在讲述中又总是罗列现象，再归纳出结论就算了事好象知识既没有实践基础，又不受实践检验，此即唯心论的先验论表现形式之二。

“你要有知识，你就得参加变革现实的实践，……你要知道原子的组织同性质，你就得实行物理学和化学的实验”。然而旧的化学试验，只是单纯的为了验证理论。如1963年高等农业院校化学教学工作会议所订《分析化学大纲》中首先明确规定“样品以简单盐为宜，最好不用农业样品”。这种为验证而实验的教学，是唯

心论的先验论的表现形式之三。

“一切真知都是从直接经验发源的，但人们不能事事直接经验，事实上多数的知识都是间接的东西，这就是一切古代的和外域的知识。……而且在我为间接经验者，在人则仍为直接经验”。在校学习的书本知识主要是接受间接经验，对此必须遵循毛主席的教导：“抓着了世界的规律性的认识，必须把它再回到改造世界的实践中去，再用到生产的实践，革命的阶级斗争和民族斗争的实践以及科学实验的实践中去”。从而使这些知识受到检验和发展。

针对上述情况，遵照毛主席关于“教材必须彻底改革”。“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”的教导，本课程试行以“产品组织教学”。即通过生理食盐水的制备和产品化验来学习无机及分析化学有关知识。但为了符合现在学生的实际知识水平，在本教材的第一部分里，还将重点学习一些化学基本概念。

1—2 物质的组成——原子、分子。

“感觉到的东西，我们不能立刻理解它，只有理解了的东西，才能更深刻地感觉它”。我们研究的对象是：不依赖于我们的意识而独立存在的客观运动的物质，物质是怎样构成的呢？要了解它，首先让我们回忆一个自然现象——热胀冷缩。原来构成物体的物质是由彼此间保持相当距离的一个个微粒组成的。这种距离可以增大（物质受热膨胀）也可缩小（物质受遇冷收缩）。这种保持物质的化学性质的不连续的最小微粒叫做分子。

在人们的生活中，为了防虫，常在衣箱中放些卫生球。（萘），每当一打开箱子就可闻到萘的特殊气味，时间长了卫生球也慢慢变小了，这就是组成卫生球萘分子逐渐挥发的缘故。

在杯中放少量的糖，搅一搅糖看不见了，尝一尝杯里的水有甜

味。原来糖是以肉眼看不见的糖分子，分散在全杯水中。如把水蒸干，固体糖又复现了，它的性质和原来的糖完全相同。水被蒸干，也是以水分子分散到空气里，它如遇冷又能凝结成水。

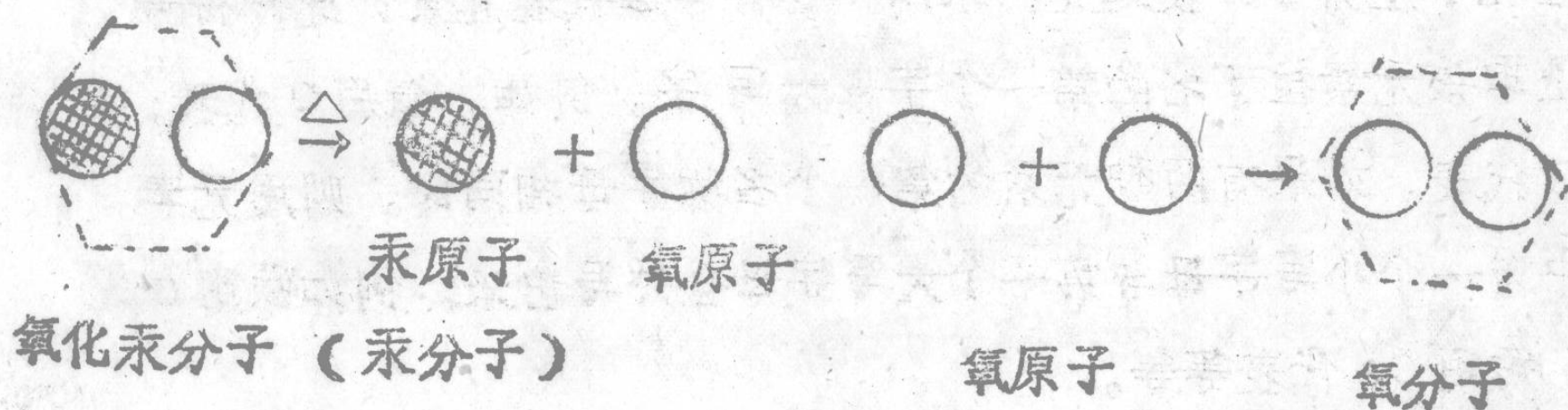
总之，世界上的一切物质都是这样，都是由许多我们眼睛看不见的分子构成的。如果我们把它再分，那么物质的性质就要改变了，也就是说：分子就是保持物质原有化学性质的最小微粒，一切物质都是由分子组成的。

当加热氧化汞，氧化汞的分子将分裂成为更小的微粒——氧和汞的微粒。实验证明这两种微粒在一般化学反应中不能再行分裂。我们称在化学反应中不能再分的最小的微粒叫做原子。

汞由同种的微粒——汞原子所组成，氧是由同种的微粒——氧原子所组成。但是氧原子和汞原子是不同种类的原子。氧原子不能在长时间内单独存在，它们成对地结合在一起。组成双原子的氧分子，汞的蒸气也是由单原子的分子组成的。

每个氧化汞的分子是由一个汞原子和一个氧原子所组成。氧化汞受热分解时，它的每一个分子都分解成为一个汞分子和一个氧原子，然后两个氧原子再结合成双原子的氧分子。

氧化汞的分解反应可以用图式表示如下：



综上所述，可以归纳如下：

一、一切物质都由分子所组成，它是组成物质的最小微粒。它在物质中彼此有一定距离并保持物质原有的一切化学性质。

二、分子是由更小微粒——原子所组成。原子是不能用化学方法再分解下去的最小微粒。

三、原子和分子都是处于不断运动的状态。并且是可以认识的。

1—3 元素 单质 混合物 化合物

自然界里存在着各种不同种类的原子，各种原子都有着不同的性质。例如：各种原子的质量、大小、化合能力等等，都不相同。与此相反，同一种类的原子，则具有相同的化学性质。例如：氧气中的氧原子，水分子中的氧原子，二氧化碳中的氧原子以及其它含氧物质中的氧原子，它们都是同一种类的原子。化学上把同一种类的原子，叫做元素。

自然界的一切物质，是由各种元素用不同的方式结合而成的。现在已经知道的元素有 105 种，元素的名称都用一个单字来代表，在平常状态下是气体的，用气字头来表示；如氧、氢等。在平常状态下是固体的金属元素，用金字旁表示，如铁、铜等。非金属元素则用石字旁来表示，如碳、碘等。另有两种元素，在平常状态下是液体，即溴和汞。

在化学上为了方便起见，采用一种符号以代表元素。此种符号国际上取该元素拉丁名的第一个字母大写字。例如，氧用 O 代表；氢用 H 代表。如果有两种元素的第一个名称字母相同时，则用元素名称中另一个小写字母与第一个大写字母合并写出来。例如碳用 C 代表，钙用 Ca 代表等等。

元素可以看成组成物质的材料如果物质的分子只由同一种元素的

原子组成，即物质分子只由一种原子组成，这类物质就叫做单质。例如氢气和氧气的分子各由同一种元素所组成，所以氢气和氧气都是单质。一般气态单质的分子往往含有两个原子，例如：氢气的分子是 H_2 ；氧气的分子是 O_2 ；氮气的分子是 N_2 。

如果物质的分子是由不同种元素的原子组成，这类物质就叫做化合物。例如水的分子是由氢和氧两种元素的原子组成的，所以水是化合物。如果几种物质混合在一起，并各自保持原有性质者叫做混合物。

总之，在化合物里只有一种分子，它不再具有组成物质的原有性质，而混合物里含有几种不同物质的分子，它仍然保持组成物质的原有性质。

毛主席指出：“一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的”。在生产实践，科学实验的长期斗争中获得了大量的对于物质性质的认识。1869年，俄国门捷列夫根据前人的经验，并进行了大量的实验，尝试把元素按原子量大小排列起来，发现了元素性质出现了重复性的变化，即周期性的变化，例如他排出来：

H							
Li	Be	B	C	N	O	F	
7	9	11	12	14	16	19	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	
23	24	27	28	31	32	35.5	
K	Ca						
39	40						

这种规律性变化如果用文字表示出来，元素性质随原子量的增加而出现了周期性变化。这个规律就是元素周期律。按照元素周期律，把现在已经发现的 105 种元素组织起来，成为一个系统，再用具体的表格形式表达出来，就是元素周期表。（附元素周期表 11—12 页）。

在元素周期表中，在横的方面分七个横行，就是七个周期。其中第一周期只有二个元素，第二、第三周期各有 8 个元素，由于这三个周期所包括的元素都较少，称为短周期。第四周期以后的各个周期所包括的元素都较多，称为长周期。

此外，在表中 57 号元素镧的位置上，共有 15 种元素（原子序数 57—71），在 89 号元素锕的位置上也有 15 种元素（原子序数 89—103）。分别叫做镧系元素和锕系元素，排在周期表的下部。

元素周期表在纵的方面分成九个族，就是 I 到 VIII 族和 0 族。其中 I 到 VIII 族又因元素性质上的某些差异，每族又分为主族和付族。表中 IA、IIA、IIIA、IVA、VA、VIA、VIIA、以及 0 族为主族。（A 代表主族，如 IA 即为第一族的主族。）IB、IIB、IIIB、IVB、VB、VIB、VIIB 为付族。第 VIII 族也列为付族。主族中的 IA 族元素，除 H 外，其余的 Li、Na、K、Rb、Cs、Fr 都是较活泼的金属元素，习惯上叫做碱金属元素。VIIA 族的元素都是较活泼的非金属元素，习惯上叫做卤素元素。零族元素的化学性质不活泼，它们叫做惰性气体元素。

1—4 原子量 分子量 分子式：

物质都有重量，组成物质的分子以及组成分子的原子，当然也有重量。它们的重量如果以克为单位的话，在数值上是非常小的。

天然间最重的元素铀，其每一原子的重量仅为——

0.000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 395 克，（或简写成 3.95×10^{-22} 克）。

氢原子的重量为——0.000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 001.663 克，（简写成 1.663×10^{-24} 克）。

碳原子的重量为——0.000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 019.926 克（或简写为 1.9926×10^{-23} 克）。

氧原子的重量为：0.000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 026.608 克（或简写为 2.6608×10^{-23} 克）。

显然，这样小的数字，对我们使用和记忆都很不方便。为方便起见，科学上采用一种特殊的单位——碳单位来表示原子的重量。一个碳单位是碳原子重量的 $1/12$ 。（即 1.661×10^{-24} 克为一个碳单位）用“碳单位”表示一个原子的重量叫做原子量。

如碳的原子量约等于 12 碳单位，氢的原子量约等于 1 碳单位，氧的原子量约等于 16 碳单位。使用时通常将“碳单位”三字省略，如碳原子量为 12；氧原子量为 16；氢原子量为 1 等。总之原子量就是用碳单位表示的某元素的原子重量。

分子是由原子组成的。知道了一种物质的分子组成，就很容易从原子量求得那物质的分子量。物质的分子量就是用碳单位表示的某物质分子的重量。例如氢分子，它是由两个氢原子所组成的，那么它的分子量就是 $1 \times 2 = 2$ 。氧分子也是由两个氧原子所组成的，那么它的分子量就是 $16 \times 2 = 32$ 。水分子是由两个氢原子，一个氧原子所组成，那么它的分子量就是 $1 \times 2 + 16 = 18$ 等等。在表示原子量或分子量的数字后面通常不注明单位，但必须知道这个数字就是指碳单位。

化学元素周期表

根据1971年国际原子量表, 以 C^{12} 为基准

族 周期	根据1971年国际原子量表, 以C ¹² =12 为基准																0	电子层	0 核 电子数	
1	I A																2			
	H 氢 1.0079 1s ¹																He 氦 4.00260 1s ²	K	2	
2	II A																			
	3 Li 锂 6.941 2s ¹ 4 Be 铍 9.01218 2s ²																10 Ne 氖 20.179 2s ² 2p ⁶	L K	8 2	
3	11 Na 钠 22.98977 3s ¹ 12 Mg 镁 24.305 3s ²		III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII				IB	II B	13 Al 铝 26.98154 3s ² 3p ¹ 14 Si 硅 28.086 3s ² 3p ² 15 P 磷 30.97376 3s ² 3p ³ 16 S 硫 32.06 3s ² 3p ⁴ 17 Cl 氯 35.453 3s ² 3p ⁵ 18 Ar 氩 39.948 3s ² 3p ⁶	M L K	8 8 2				
	19 K 钾 39.098 4s ¹ 20 Ca 钙 40.08 4s ²		21 Sc 钪 44.9559 3d ¹ 4s ² 22 Ti 钛 47.90 3d ² 4s ² 23 V 钒 50.9414 3d ³ 4s ² 24 Cr 铬 51.996 3d ⁵ 4s ¹ 25 Mn 锰 54.9380 3d ⁵ 4s ² 26 Fe 铁 55.847 3d ⁶ 4s ² 27 Co 钴 58.9332 3d ⁷ 4s ² 28 Ni 镍 58.71 3d ⁸ 4s ² 29 Cu 铜 63.546 3d ¹⁰ 4s ¹ 30 Zn 锌 65.38 3d ¹⁰ 4s ² 31 Ga 镓 69.72 4s ² 4p ¹ 32 Ge 锗 72.59 4s ² 4p ² 33 As 砷 74.9216 4s ² 4p ³ 34 Se 硒 78.96 4s ² 4p ⁴ 35 Br 溴 79.904 4s ² 4p ⁵ 36 Kr 氪 83.80 4s ² 4p ⁶	N M L K	8 18 8 2															
5	37 Rb 铷 85.4678 5s ¹ 38 Sr 锶 87.62 5s ²		39 Y 钇 88.9059 4d ¹ 5s ² 40 Zr 锆 91.22 4d ² 5s ² 41 Nb 铌 92.9064 4d ⁴ 5s ¹ 42 Mo 钼 95.94 4d ⁵ 5s ¹ 43 Tc 锝 98.9062 4d ⁵ 5s ² 44 Ru 钌 101.07 4d ⁷ 5s ¹ 45 Rh 铑 102.9055 4d ⁸ 5s ¹ 46 Pd 钯 106.4 4d ¹⁰ 47 Ag 银 107.868 4d ⁹ 5s ¹ 48 Cd 镉 112.40 4d ¹⁰ 5s ² 49 In 铟 114.82 5s ² 5p ¹ 50 Sn 锡 118.69 5s ² 5p ² 51 Sb 锑 121.75 5s ² 5p ³ 52 Te 碲 127.60 5s ² 5p ⁴ 53 I 碘 126.9045 5s ² 5p ⁵ 54 Xe 氙 131.30 5s ² 5p ⁶	O N M L K	8 18 18 8 2															
	55 Cs 铯 132.9054 6s ¹ 56 Ba 钡 137.34 6s ²		57-71 La-Lu 镧系 72 Hf 铪 178.49 5d ² 6s ² 73 Ta 钽 180.9479 5d ³ 6s ² 74 W 钨 183.85 5d ⁴ 6s ² 75 Re 铼 186.2 5d ⁵ 6s ² 76 Os 锇 190.2 5d ⁶ 6s ² 77 Ir 铱 192.22 5d ⁷ 6s ² 78 Pt 铂 195.09 5d ⁹ 6s ¹ 79 Au 金 196.9665 5d ¹⁰ 6s ¹ 80 Hg 汞 200.59 5d ¹⁰ 6s ² 81 Tl 铊 204.37 6s ² 6p ¹ 82 Pb 铅 207.2 6s ² 6p ² 83 Bi 铋 208.9804 6s ² 6p ³ 84 Po* 钋 (209) 6s ² 6p ⁴ 85 At* 砹 (210) 6s ² 6p ⁵ 86 Rn* 氡 (222) 6s ² 6p ⁶	P O N M L K	8 18 32 18 8 2															
7	87 Fr* 钫 (223) 7s ¹ 88 Ra* 镭 226.0254 7s ²		89-103 Ac-Lr 锕系 104 * (261) (6d ² 7s ²) 105 * (262) (6d ³ 7s ²)																	

原子序 → 19
元素符号 → K 钾
*表示放射元素
原子量 → 39.098
元素名称
*表示人造元素
外层电子的构型 → 4s¹

57-71 镧系元素	57 La 镧 138.9055 5d ¹ 6s ²	58 Ce 铈 140.12 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	59 Pr 镨 140.9077 4f ³ 6s ²	60 Nd 钕 144.24 4f ⁴ 6s ²	61 Pm* 钷 (145) 4f ⁵ 6s ²	62 Sm 钐 150.4 4f ⁶ 6s ²	63 Eu 铕 151.96 4f ⁷ 6s ²	64 Gd 钆 157.25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	65 Tb 铽 158.9254 4f ⁹ 6s ²	66 Dy 镝 162.50 4f ¹⁰ 6s ²	67 Ho 钬 164.9304 4f ¹¹ 6s ²	68 Er 铒 167.26 4f ¹² 6s ²	69 Tm 铥 168.9342 4f ¹³ 6s ²	70 Yb 镱 173.04 4f ¹⁴ 6s ²	71 Lu 镥 174.97 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²
89-103 锕系元素	89 Ac 锕 (227) 6d ¹ 7s ²	90 Th* 钍 232.0381 6d ² 7s ²	91 Pa* 镤 231.0359 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U* 铀 238.029 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np* 镎 237.0482 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu* 钚 (244) 5f ⁶ 7s ²	95 Am* 镅 (243) 5f ⁷ 7s ²	96 Cm* 锔 (247) 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk* 锫 (247) 5f ⁹ 7s ²	98 Cf* 锿 (251) 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es* 镱 (254) (5f ¹¹ 7s ²)	100 Fm* 钔 (257) (5f ¹² 7s ²)	101 Md* 钷 (258) (5f ¹³ 7s ²)	102 No* 锘 (259) (5f ¹⁴ 7s ²)	103 Lr* 铹 (262) (5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²)

