

普通化学

第一分册

[美] W. H. 内博盖尔等著

张靓华等译

申泮文校

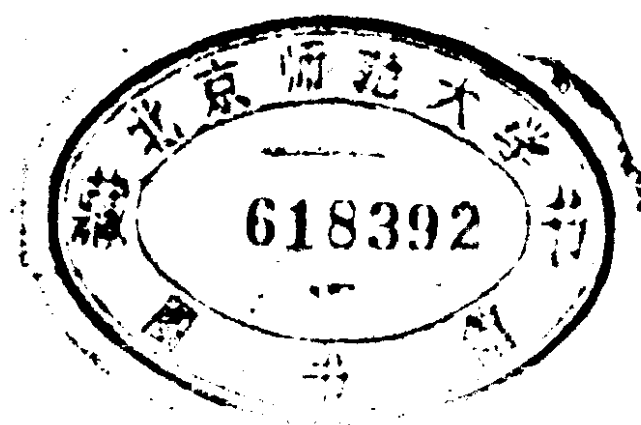
人民教育出版社

普通化学

第一分册

(美) W. H. 内博盖尔等著

张靓华等译 申泮文校



人民教育出版社

内 容 简 介

本书是按照美国通用化学教材 W. H. Nebergall(印地安纳州大学), F. C. Schmidt (前印地安纳州大学)和 H. F. Holtzclaw, Jr. (奈布拉斯卡大学)三氏所著《普通化学》第五版(1976)译出的。全书共四十二章约 80 万字,分四个分册译出。第一二分册基本上是理论部分,第三四分册是按周期系统安排的元素及化合物部分。本书可作为综合大学和师范院校化学系无机化学或普通化学课程的教学参考用书,也可供化学工作者和高等学校非化学系化学课程师生参考。

W. H. Nebergall, F. C. Schmidt

H. F. Holtzclaw.

General Chemistry

D. C. Heath, 1976 5th, ed.

普 通 化 学

第一分册

(美) W. H. 内博盖尔等著

张靓华等译 申泮文校

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

*

1978年8月第1版 1979年5月第1次印刷

书号 13012·0146 定价 0.73 元

July 11/24/04

国际原子量表(1977)

[以相对原子质量 $A_r(12\text{C})=12$ 为标准]

许多元素的原子量并非固定不变,而是决定于材料的来源和处理经历。表中的附注详细注解了各元素可能的变化情况。本表提供的 $A_r(E)$ 值应用于在地球上存在的天然元素和某些人工合成元素。应对附注给予应有的注意。各原子量数值最后一位准至 ± 1 ,带星号*的准至 ± 3 。括弧中的数值用于某些放射性元素,它们的准确原子量因与来源有关而无法提供,表中数值是该元素已知半衰期最长的同位素的原子质量数。

序数	名称	符号	原子量	附注	序数	名称	符号	原子量	附注
1	氢	H	1.0079	w	31	镓	Ga	69.72	
2	氦	He	4.00260	x	32	锗	Ge	72.59*	
3	锂	Li	6.941*	w, x, y	33	砷	As	74.9216	
4	铍	Be	9.01218		34	硒	Se	78.96*	
5	硼	B	10.81	w, y	35	溴	Br	79.904	
6	碳	C	12.011	w	36	氪	Kr	83.80	x, y
7	氮	N	14.0067		37	铷	Rb	85.4678*	x
8	氧	O	15.9994*	w	38	锶	Sr	87.62	x
9	氟	F	18.998403		39	钇	Y	88.9059	
10	氖	Ne	20.179*	y	40	锆	Zr	91.22	x
11	钠	Na	22.98977		41	铌	Nb	92.9064	
12	镁	Mg	24.305	x	42	钼	Mo	95.94	
13	铝	Al	26.98154		43	锝	Tc	(97)	
14	硅	Si	28.0855*		44	钌	Ru	101.07*	x
15	磷	P	30.97376		45	铑	Rh	102.9055	
16	硫	S	32.06	w	46	钯	Pd	106.4	x
17	氯	Cl	35.453		47	银	Ag	107.868	x
18	氩	Ar	39.948*	w, x	48	镉	Cd	112.41	x
19	钾	K	39.0983*		49	铟	In	114.82	x
20	钙	Ca	40.08	x	50	锡	Sn	118.69*	
21	钪	Sc	44.9559		51	锑	Sb	121.75*	
22	钛	Ti	47.90*		52	碲	Te	127.60*	x
23	钒	V	50.9415		53	碘	I	126.9045	
24	铬	Cr	51.996		54	氙	Xe	131.30	x, y
25	锰	Mn	54.9380		55	铯	Cs	132.9054	
26	铁	Fe	55.847*		56	钡	Ba	137.33	x
27	钴	Co	58.9332		57	镧	La	138.9055*	x
28	镍	Ni	58.70		58	铈	Ce	140.12	x
29	铜	Cu	63.546*	w	59	镨	Pr	140.9077	
30	锌	Zn	65.38		60	钕	Nd	144.24*	x

国际原子量表(1977)(续)

序数	名称	符号	原子量	附注	序数	名称	符号	原子量	附注
61	钷	Pm	(145)		84	钋	Po	(209)	
62	钐	Sm	150.4	<i>x</i>	85	砹	At	(210)	
63	铕	Eu	151.96	<i>x</i>	86	氡	Rn	(222)	
64	镉	Cd	157.25*	<i>x</i>	87	钫	Fr	(223)	
65	铽	Tb	158.9254		88	镭	Ra	226.0254	<i>x, z</i>
66	镝	Dy	162.50*		89	锕	Ac	227.0278	<i>z</i>
67	钬	Ho	164.9304		90	钍	Th	232.0381	<i>x, z</i>
68	铒	Er	167.26*		91	镤	Pa	231.0359	<i>z</i>
69	铥	Tm	168.9342		92	铀	U	238.029	<i>x, y</i>
70	镱	Yb	173.04*		93	镎	Np	237.0482	<i>z</i>
71	镱	Lu	174.967*		94	钷	Pu	(244)	
72	铪	Hf	178.49*		95	镅	Am	(243)	
73	钽	Ta	180.9479*		96	锔	Cm	(247)	
74	钨	W	183.85*		97	锫	Bk	(247)	
75	铼	Re	186.207		98	锪	Cf	(251)	
76	锇	Os	190.2	<i>x</i>	99	鐳	Es	(254)	
77	铱	Ir	192.22*		100	镆	Fm	(257)	
78	铂	Pt	195.09*		101	钆	Md	(258)	
79	金	Au	196.9665		102	锘	No	(259)	
80	汞	Hg	200.59*		103	铈	Lr	(260)	
81	铊	Tl	204.37*		104				
82	铅	Pb	207.2	<i>w, x</i>	105				
83	铋	Bi	208.9804		106				

附注:

w 此元素在正常地球材料中的同位素组成已知有某些变化而不能提供精确的原子量。

x 已知此元素在某些地区的样品具有反常的同位素组成, 以至在这些样品中该元素的原子量同表列数值之间的差值可能超过给定的未测准值。

y 由于对同位素组成进行了无意的或不公开的改变, 在某些商品材料中该元素的原子量同表列数值可能有相当大的差异。

z 该元素的 *A_r* 值是半衰期最长的放射性同位素的原子质量。

[译者注] 本表是译者根据 Pure and Applied Chemistry 第 47 卷第一期(1976)公布的 1975 国际原子量表加上 Chem. Eng. News, 1977(Oct. 3), 20 报道的 1977 年新修订的两种元素(Lu 和 V)原子量值而提供的。

译者序

遵照伟大领袖毛主席关于洋为中用的教导，我们翻译了美国的一本大学化学系和非化学系自然科学专业通用的普通化学教材——W. H. Nebergall 等人著 *General Chemistry* (第五版, 1976)。本书的特点是叙述起点比较低, 但达到的内容水平比较高, 文字通畅易懂, 在深入浅出和取材丰富等方面有可取之处, 值得予以参考。此书的翻译出版, 对我国大学化学课程的教材改革和教学工作将起到有益的参考作用。但读者在学习本书中的内容时, 应该注意学术观点, 尽量做到吸收其精华。书中也有若干地方在化学基本概念上有错误, 凡是译者发现的, 均已用脚注的方式予以注明。另外一个明显的问题是在外国化学教材中, 化学元素与单质是不加区分的(均用 *element* 一词), 这同我们国内习惯是不大相同的, 容易引起混淆。为了适应国内习惯, 第一章稍后部分介绍过原著者的元素定义之后, 即按我国习惯予以修正, 把元素和单质在概念上加以区别。又如在第一章中讲到物质时, 同时出现 *matter* 和 *substance* 二词, 为了加以区分, *matter* 译为物质, *substance* 译为实物。但在以后各章仍沿用我国习惯, 一律译为物质而不再加以区分。在质量与能量的关系问题上, 本书原著者认为质能之间存在着互相转化关系, 这与我们过去已经熟悉的质能互相联系的观点是互相对立的, 译者认为这类问题既是哲学问题, 也是学术问题, 可以百家争鸣, 并存而不悖。故对原文照译, 未加评论。化合物命名法则悉依我国习惯, 有关部分的原文全部删节。少数图例译者作了更改及微小的删节, 请读者注意。全书估计字数 80 万字, 为使译本早日与读者见面, 全书分四个分册出版。参加本书第一分册翻译工作的有山西大学化学系的张靓华、陈亮、朱仲涛、陈

复之、马信中、王靖芳、李跃龙、文光亚、齐景韶、曾爱冬等同志，由申泮文同志负责总校阅工作。书中插图是由辽宁大学化学系吕云阳同志参照原著绘制的，由于译校者的水平所限，难免错误，恳望读者予以批评指正。

译 者

校 者

1978年6月

原 序

第五版是一本完全修订本，著者相信此修订本进一步提高了质量，使这本化学入门课本能够得到广泛的采用。在本书中理论和原理有所增加，而记述化学则略有缩减，特别是不常见的元素，以使理论与反应化学取得很好的平衡。著者的讲授哲学是理论与实际互相结合，这构成了讲授大一化学的最好的方法，并且在事实上，对于给科学的和非科学的学生提供正确的教育来说是必不可少的。

和前几版一样，〈普通化学〉第五版对金属的学习是按照周期族而编排的。它的姐妹篇〈大学化学〉第五版(同著者)在水平和内容上都是相等当的，但在编排方式上稍有不同，对金属的学习是按照定性分析程序而安排的。在这两本教本中前三十三章的内容是相同的。

在第五版中有许多新的特色，它们提高了本书的实用性并使本书完全现代化。在这些新特色之中最主要的是两个新章。一章是分子的结构(第六章)，在这一章里讨论了价层电子对互斥理论和价键概念(即电子配对法)，这两种理论是作为判断多种类型分子和离子的分子结构的方法而进行讨论的。在另一新章光谱学和色谱学(第三十三章)中，包列了鉴定物质的各种方法，特别着重于可见光谱、紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱和电子自旋共振谱；质谱；以及气相和液相色谱等。在这两个新章中各提供了用于判断结构和鉴定化合物所用这些方法的实例，借以帮助学生理解这些方法。

化学热力学一章保持了第四版的特点，即不使用微积分而仍维持教材处理的相当深度。但在本版中现增加了对熵的重视，把

熵看作是科学的重要概念之一；扩充了关于判断反应自发性的讨论；并增加了热化学计算的例题。

在第五版中对材料的叙述顺序做了若干改变，一方面是根据前几版使用者所提的建议，另一方面是根据著者本人的教学经验。叙述顺序的变化包括（1）把周期分类与元素性质的关系一章放在本书的前面，即第七章，以便较紧密地跟随着第三章中讨论的周期分类，并利用第三、四、五和六章中讨论原子结构、价键理论和分子结构所提供的基础知识；（2）把旧书中的第三十和三十一章弱电解质的离子平衡和溶度积原理改为新版的第十八和十九章，使涉及平衡常数的问题紧跟着化学平衡（第十七章）的讨论；（3）把气体状态和分子运动论的材料结合起来，原来是第八和九章，现在把它们合并处理为一章（第十章）；（4）胶体化学作了某些简化处理，过去独立成章，现在把它同电解质溶液结合起来成为单一的一章（第十四章）；和（5）把酸、碱和盐一章放到本书的前面（第15章）以便它能紧跟在关于溶液的两章的后面。

我们相信在第五版中修订的叙述顺序将会使本书的老的和新的使用人都感到高兴。不过也应该指出，对于那些赞成使用以前各版中叙述顺序的人们来说，他们那样做也并没有什么困难。

第五版的其他特点包括：

（1）扩充了关于原子光谱和电子结构诸节，包括对里德堡常数的讨论和关于电子过渡中能量变化的若干例题。

（2）对于污染和环境的讨论达到了完全近代化并在书中凡是有关的章节里都谈到这个问题。

（3）在预先着重介绍了气体定律基本原理实用计算题和从这些基本原理出发细心地推导出通用气体定律方程式之后，增加了使用气体定律方程式的计算例题。

（4）对晶体结构中的离子半径作了较深入的处理，包括了从

单元晶包大小计算离子半径的若干实用例题。

(5) 对晶状离子型化合物的半径比定则进行了讨论。

(6) 对均相和多相催化加强了讨论。

(7) 对非水溶剂加强了讨论。

(8) 增加了关于平衡概念[包括气态平衡(第十七章)]的计算例题。

(9) 增加了关于反应级数和一级反应、二级反应的半衰期等新材料, 包括半衰期概念在核反应中的应用。在一般讨论一级和二级反应时(第十七章), 以及特别是讨论核反应时(第三十章)增加了许多关于半衰期和反应时间的计算例题。

(10) 加强了关于多元酸平衡常数的计算, 包括连续近似法原理的应用(第十八章)。

(11) 比较深入地讨论了金属-金属键, 提供了一些具有金属-金属键的典型化合物的图象。

(12) 扩充了关于金属键和金属互化物的处理材料, 包括外层电子数对原子数比值的重要性的讨论。

(13) 在解答例题时增强了对单位和单位互消的注意, 并继续重视在所有计算题中的有效数字问题。

(14) 在附录中增添了汇列许多同位素的半衰期的数据表。

(15) 改进艺术加工和增加若干新图表以增强叙述的明确性。

(16) 使所有的论题都达到了近代水平并包括了新的进展, 举例来说, 元素 106 的制备、植物的光合作用、国际理论与应用化学联合会建议的 1975 原子量值^[注]、催化变换器、无铅汽油、臭氧对环

[译者注] 原著提供的原子量表并不是国际理论与应用化学联合会正式公布的 1975 国际原子量表, 而实际上是 1971 表加上 1973 和 1975 的若干元素原子量修订值。正式公布的 1975 国际原子量表已在形式上作了重大改变。译本的原子量表(1977)是译者根据公布的 1975 表加上 1977 两个元素的原子量修定值而提供的。

境的影响、太阳能、以及燃料电池等。

(17) 特别扩大了索引范围,包列了超过 5000 个标题。

(18) 在每章的结尾提供了近代参考资料以丰富课外阅读。

(19) 完全修订了各章后的习题,总数超过了 600 条;题目的难度范围从能说明原理的简单容易题发展到一些考验优秀学生的难题。在各章当中增加了许多例题使学生能获得解决章后作业题的能力。在各章后还总共提出了超过 1000 条问题,和章后习题一起组成了一套非常完整的章后复习作业。

著者曾极仔细地对本书进行了逐字逐句的检查并曾改写了许多短语和句子以便增强本版内容的明确性。

目 录

第一章 一些基本概念.....1

引言 1.1 化学。1.2 物质和能量。1.3 物质和能量守恒定律。1.4 物质的状态。1.5 化学性质和物理性质。1.6 化学变化和物理变化。1.7 实物(物质)。1.8 混合物。1.9 元素。1.10 化合物。1.11 分子。1.12 原子。1.13 科学方法

化学中的测量 1.14 测量的单位。1.15 质量和重量。1.16 体积。1.17 密度。1.18 比重。1.19 测量一种液体的密度。1.20 温度和它的测量。1.21 标准参比温度。1.22 热量的测量。问题。作业。参考资料

第二章 符号、化学式和方程式.....28

2.1 符号。2.2 化学式。2.3 化学方程式。2.4 原子量。2.5 亚佛加德罗数。2.6 化学式量、分子量、摩尔。2.7 从化学式计算百分组成。2.8 推导化学式。2.9 根据方程式的计算。问题。作业。参考资料

第三章 原子结构和周期律.....49

3.1 电子。3.2 质子。3.3 放射性和原子结构。3.4 中子。3.5 在原子中三种基本粒子的结论。3.6 核型原子。3.7 莫斯莱对原子序数的测定。3.8 原子核的组成。3.9 同位素。3.10 原子量标度。3.11 原子光谱和电子结构。3.12 原子结构。3.13 周期律。3.14 电子结构和周期律。3.15 元素按周期表的简明分类。3.16 在周期和族中性质的变化。3.17 亚层、轨道和量子数。3.18 能级图。3.19 原子序数超过 103 的元素。3.20 原子轨道的本性。问题。作业。参考资料

第四章 化学键 第一部分——一般概念.....97

4.1 通过电子转移形成的化学键：离子键。4.2 具有惰性

气体结构的离子。4.3 通过共用电子形成的化学键：共价键。
4.4 不同原子间的共价键。4.5 不具有惰气结构的共价原子。
4.6 元素的电负性。4.7 物质和化学键的极性。4.8 配位共价键。4.9 氧化数。4.10 氧化数应用于书写化学式。4.11 多原子离子。4.12 化合物的命名。问题。参考资料

第五章 化学键 第二部分——分子轨道……………122

5.1 分子轨道理论。5.2 分子轨道能级图。5.3 氢分子， H_2 。5.4 氦双原子分子。5.5 锂分子。5.6 铍分子（不稳定）。5.7 硼分子。5.8 碳分子。5.9 氮分子。5.10 氧分子。5.11 氟分子。5.12 氖分子（不稳定）。5.13 两种不同元素的双原子分子。5.14 形成分子时释放出来的能量。5.15 键级。5.16 在分子中的电子分布。问题。参考资料

第六章 分子结构……………145

价层电子对互斥理论 6.1 根据价层电子对互斥理论判断分子的结构。6.2 判断分子结构的规则。6.3 判断分子结构的实例。6.4 键级

价键理论——原子轨道的杂化 6.5 甲烷和乙烷（四面体杂化）。6.6 氯化铍 $BeCl_2$ （直线杂化）。6.7 三氟化硼 BF_3 （三角杂化）。6.8 乙烯 $H_2C=CH_2$ （三角杂化）。6.9 乙炔 $HC\equiv CH$ （直线杂化）。6.10 五氯化磷 PCl_5 （三角双锥杂化）。6.11 六氟化硫 SF_6 （八面体杂化）。6.12 小结。问题。参考资料

第七章 周期分类与元素性质的关系……………165

7.1 在周期表的周期和族中性质的变化。7.2 周期表的用途。问题。参考资料。

第八章 氧(O_2)和臭氧(O_3)……………181

氧 8.1 发现史和存在。8.2 氧气的制备。8.3 物理性

质。8.4 化学性质。 8.5 反应热。 8.6 燃烧。 8.7 反应速度。 8.8 在人类生活中氧的重要性。 8.9 氧的用途
臭氧 8.10 同素异形现象。 8.11 臭氧的制备。 8.12 臭氧的性质。 8.13 臭氧的用途。问题。作业。参考资料

第九章 氢.....199

9.1 存在。 9.2 氢气的制备。 9.3 氢的物理性质。 9.4 金属对氢的吸附。 9.5 氢的化学性质。 9.6 可逆反应。 9.7 氢的用途。 9.8 氢的同位素。 9.9 活泼性顺序或电动顺序。
9.10 氢作为二级能源。问题。作业。参考资料

第十章 气体状态和分子运动论.....217

10.1 物质的物理状态。 10.2 物质在气体状态中的行为。
10.3 气体压力的测量。 10.4 在恒温下体积和压力的关系: 波义尔定律。 10.5 开尔文温标。 10.6 在恒压下体积和温度的关系: 查理定律。 10.7 温度和压力的标准条件。 10.8 把气体的体积校正到标准状态。 10.9 气体混合物的压力: 道尔顿定律。 10.10 气体的扩散: 格拉罕姆定律。 10.11 分子运动论。 10.12 气体的行为与分子运动论的关系。 10.13 分子速度的分布。 10.14 气体反应: 盖吕萨克定律。 10.15 盖吕萨克定律的说明; 亚佛加德罗定律。 10.16 气体的相对密度。 10.17 气体的克分子体积。 10.18 测定在反应中气体的体积。 10.19 测定气体或挥发性化合物的分子量。 10.20 测定气体或挥发性化合物中的原子量。 10.21 普遍气体定律方程式。 10.22 从分子运动论推导普遍气体定律方程式。 10.23 对气体定律的偏差。问题。作业。参考资料

第十一章 液体状态和固体状态.....257

液体状态 11.1 分子运动论和液体状态。 11.2 液体的蒸发。 11.3 液体的沸点。 11.4 分子间的力和沸点。 11.5 汽化热。 11.6 临界温度和临界压力。 11.7 蒸馏。 11.8 表

面张力。

固体状态 11.9 分子运动论和固体状态。11.10 晶状固体。11.11 离子型化合物的半径比规则。11.12 晶体缺陷。11.13 固体的熔化。11.14 熔化热。11.15 固体的蒸气压。11.16 过冷液体,无定形固体。11.17 离子型晶体的晶格能。11.18 波恩-哈伯循环。11.19 x射线衍射和晶体。问题。作业。参考资料

第一章 一些基本概念

在最近 20 年当中,科学和技术的进展可以说获得了一种有矛盾的声誉。一方面,它们为人类的生活做出了宝贵的贡献;但在另一方面,这些贡献有时导致了并非十全十美的情况。举例来说,肥料和杀虫剂,它们促使粮食获得了大量增产的可能,但同时它们却使我们的空气和水受到了污染。汽车和喷气式飞机使旅行事业和货物运输发生了革命,可是它们也在很大程度上毒害了我们呼吸的空气。同样是一些药物曾经拯救过无数生命,但我们也有理由对它们的毒性表示忧虑。能量是我们生存的关键,但它也引起了我们的一些懊恼问题:例如煤的露天开采破坏了自然美景;石油的溢洒污染了海洋、湖泊和海滩;由于核工厂的事故而可能造成过量放射性污染;以及我们的自然能源正在以惊人的速度在枯竭,等等。我们很容易看到我们社会各个方面的相互作用和互相依赖带来了许多好的结果,但也引起许多令人烦恼和料想不到的问题;这些问题我们有时很慢才能加以认识,并几乎总是在行动上做得更慢。

尽管如此,在发展新产品和新工艺过程中,由科学引起的大多数问题,也能由科学通过许多不同行业的共同努力来加以解决。

在今天,化学家做为科学社会的成员正面对着很大的挑战。他们对许多科学和技术的进展可以承受当之无愧的荣誉,但他们也有责任去解决由一些同上的进展所造成的问题。不过这种责任并不是由化学家单独来承担的。它是物理学家、社会学家、生物学家、神学家、政治科学家和化学家的共同职责。他们必须在工作中联合起来去解决一个世界的问题,这个世界在它本身的技术进展中正试图进行自己本身的毁灭。任何一个单一学科对于完成这种任

务来说都不能指出前途或提供专门技术。每一种学科都有其专门的知识,这些知识同其他学科的知识在一道,可以为所有人民提供更好的生活做出贡献。如果我们要达到这个目标,并要同时维持道德与是非标准的话,我们就必须动用我们全部的知识。

因此,化学家非常需要极为熟练地掌握他们的本领域知识,并对化学和其他学科的前途有必要的了解,使他们为巧妙地应用他们的发明创造能够更有效地工作。同等重要的是其他领域的人们也需要有足够的化学知识和其他科学知识,使他们能以把他们的专业知识应用于解决科学问题。至于在今天为什么一个人要学习化学或任何一门其他科学的问题(不管他打算努力的主修方向是什么),从来也没有一个符合需要的或明确的答案。

引 言

1.1 化学

在我们的化学学习中,我们会碰到物质的组成和结构的问题。有些物质如木材和玻璃、水和汽油、盐和糖、煤和花岗岩以及铁和金等,它们之间在许多方面都有着极为明显的区别。这些区别是由于各种物质的组成和结构不同而引起的。不过这还不是化学的全部内容,因为物质并不是静止的。事实上我们的生存正是依赖于在物质中发生的变化。人体对食物的消化和吸收所发生的变化对于生命是生死攸关的。汽油在内燃机中燃烧所发生的各种变化产生了对我们的健康极为有害的污染性气体。在下水道污水中的洗涤剂可以导致河水成分的改变,可能最终要造成鱼类的大量死亡,从而影响了我们食品的供应。

随着我们化学学习的进行,我们将要考察物质在组成和结构方面的某些变化、发生这些变化的原因、伴随这些变化所发生的能量变化以及在这些变化中所涉及的原理和定律等。于是,简单地