

Physical Science

The Basic Principles of Chemistry

物质科学 · 化学基本原理



美国中学核心理科教材

Physical Science

The Basic Principles of Chemistry

物质科学 · 化学基本原理

图书在版编目 (CIP) 数据

物质科学·化学基本原理 / (美) 塞克 (Zike, D.) 等著;
施忆等译. —杭州: 浙江科学技术出版社, 2011.10

美国中学核心理科教材

ISBN 978-7-5341-4179-9

I. ①物… II. ①塞… ②施… III. ①中学化学
课—初中—教材 IV. ① G634.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 144491 号

美国中学核心理科教材

物质科学·化学基本原理

出版发行 **浙江科学技术出版社**

杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006

联系电话: 0571-85170300-61707

原 书 名 Introduction to Physical Science

原出版者 McGraw-Hill Education Glencoe

主 译 施 忆

翻 译 王洪力 任沁清 王 琳 王 杨 王炳涛 张达敏 季仲强
蒋瑶璐 张锦玲 郑 俏 杨 康 罗 冉 荆显辉 周 俊
陆洪良 王 宇 严玉萍 王艾丽 方亲亲 林芳君 贺永捷
高 凡 李宁宁

原文摘要 张建民 钦白兰

审 译 周彩莺 袁张瑾 杨继林 杨榕楠 陈青华

责任编辑 施 忆 高 凡

封面设计 孙 菁

责任校对 马 融

图片来源 Phototime

责任印务 崔文红

排 版 杭州兴邦电子印务有限公司

印 刷 浙江新华数码印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 9

字 数 180 000

版 次 2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5341-4179-9

定 价 25.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题, 本社负责调换)

内容导读	1
------------	---

第 1 章

1

原子结构与化学键	2
----------------	---

第 1 节 原子为什么可以结合	7
-----------------------	---

第 2 节 元素是如何形成化学键的	16
-------------------------	----

实验室 离子化合物	24
-----------------	----

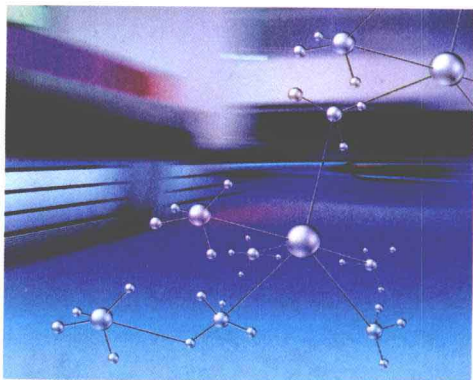
实验室 模型和发明	
-----------	--

原子结构	25
------------	----

第 1 章 学习指南	27
------------------	----

第 1 章 回 顾	28
-----------------	----

第 1 章 标准化测试	30
-------------------	----



第 2 章

2

化学反应	32
------------	----

第 1 节 化学分子式和化学方程式	37
-------------------------	----

第 2 节 化学反应速率	47
--------------------	----

实验室 物理变化还是化学变化	54
----------------------	----

实验室 自主设计	
----------	--

吸热还是放热	55
--------------	----

第 2 章 学习指南	57
------------------	----

第 2 章 回 顾	58
-----------------	----

第 2 章 标准化测试	60
-------------------	----

目 录

第 3 章

3

物质、混合物和溶解度..... 62

第1节 什么是溶液..... 67

第2节 溶解度..... 74

实验室 观察气体溶解度..... 81

第3节 酸性溶液和碱性溶液..... 83

实验室 自主设计

用天然指示剂来测试pH..... 90

第3章 学习指南..... 93

第3章 回 顾..... 94

第3章 标准化测试..... 96



第 4 章

4

碳化学..... 98

第1节 简单有机化合物..... 103

第2节 其他有机化合物..... 110

实验室 醇的转化..... 114

第3节 生物化合物..... 116

实验室 寻找维生素C..... 124

第4章 学习指南..... 126

第4章 回 顾..... 127

第4章 标准化测试..... 129

家庭实验室..... 131



内容导读

木炭和庆典的关系

据报道,早在10世纪的中国,厨师就已经将木炭同厨房中另外两种原料相互混合来制造美丽的烟花。不管这个故事是否属实,大部分专家认为烟花起源于中国。中国人发现,若将这些原料放入竹筒中反应,所产生的能量可以将竹筒送入天空,其产生的美丽的亮光和声音非常适合庆典。随后,商人带着烟花运往了欧洲。欧洲人在这种爆炸粉末中混入各种化学物质使烟花具有各种颜色。如今,全世界的人们都用五颜六色的烟花来庆祝节日。

浏览ips.msscience.com/unit_project网页,了解项目设想和相关资源。

项目包括:

- 职业 发现聚合物和它们的用途。针对这些新材料提出一些问题,供化学家思考。
- 技术 探索你的早餐或小吃的化学组成。设计一个圆饼图来表示这些食物中各种化学成分的含量。
- 模型 向班级同学演示一个普通的化学反应。将班中所有这些展示的简单化学反应汇总,以便相互分享学习。

网络搜索

烟花化学 探究烟花的化学成分。制造烟花会用到哪些化学物质?烟花是如何制造的?

第 1 章

内 容 提 要

原子结构会影响该原子与其他原子间形成的化学键。

第 1 节

原子为什么可以结合

要点 当原子间形成化学键时，每个原子都会变得更加稳定。

第 2 节

元素是如何形成化学键的

要点 元素通过转移电子或共享电子形成化学键并连接在一起。

原子结构与化学键

元素家族

飞艇、城市路灯和电子广告牌，所有这些物体都有一个共同之处——它们都用到了来自同一元素的气体。在本章，你将学习到元素的独特性质。你还将学到原子是如何通过失去、获得和共享电子来形成化学键。

科学日记 对比家用胶水与化学键并写一句话。

预备活动

导航实验

构建电子能量

又到了你清理房间的时候了,你知道这些清理出来的物品都是由什么材料做成的?它们有些是用布做的,有些是用木材做的,常见的书本是用纸做的,还有些物品是用塑料做的。地球上已经发现的天然元素不到100种。这些元素相互结合成不同的物质。那么元素间的化学键是怎样形成的呢?

1. 用磁铁吸引一个回形针,再用这个回形针吸引另外一个回形针。
2. 用这种方法继续吸引其他回形针,直至不能再吸引回形针为止。
3. 然后缓缓地将这些回形针一个个分离开。
4. **批判性思考** 在你的科学日记中讨论一下哪个回形针最容易被分开,哪个最难被分开。最容易被分开的那个回形针是靠近磁铁还是远离磁铁?



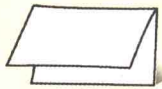
浏览 ips.msscience.com, 预习本章内容并开展活动。

折叠式

学习卡

化学键 制作如下的折叠式学习卡来帮助整理有关化学键的知识。

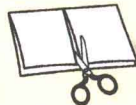
- 第1步 对折** 将笔记本中的一页纸沿竖直方向从上往下对折。



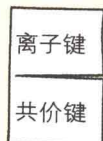
- 第2步 对折** 将对折后的纸再次沿顶部的一边对折到另一边。



- 第3步 展开并裁剪** 将纸片展开一次。然后仅沿着对折纸上层裁剪一次,制作两片标签。



- 第4步 翻转并标记** 将纸片竖直翻转,然后在标签上标记上如图所示文字。



总结 在你学习本章时,辨认标签上所写的化学键的主要内容。学完本章后,解释极性共价键和你在折叠式学习卡上所写的共价键之间有什么不同。

学习准备

提 问

① 阅读与理解 提问能够帮助你理解阅读的内容。阅读时，思考自己希望获得答案的问题。一般来说，你经常可以在下一段或下一节里找到答案。尝试就人物、事件、时间、地点、原因和方式等方面提问。

② 思考与讨论 阅读以下摘自第二节的一段话。

在中世纪，炼金术士们(Al kuh mists)成为第一批探究化学世界的人。尽管他们中很多人相信魔法和神秘的转变，但炼金术士们对某些元素的性质确实了解很多。在化学反应过程中他们甚至用一些符号来表示它们。

——摘自第22页

关于这段文字你可能会提出以下几个问题：

- 炼金术士们是谁？
- 他们对化学的贡献是什么？
- 炼金术士们用什么符号来表示这些元素？
- 对比炼金术士们所用的符号，现代元素符号是怎么样的？

③ 应用与总结 在阅读本章时，寻找每节标题中的问题的答案。

学习目标

使用下表来帮助你聚焦本章要点。

① 在学习本章内容前，对下表所述观点进行判断，将结果写在表格左侧。

- 如果你同意这个观点，请写上A (Agree, 同意)。
- 如果你不同意这个观点，请写上D (Disagree, 不同意)。

② 在学习本章内容后，再来回顾这些观点，看你是否改变了主意。

- 如果你的答案有改变，请说明原因。
- 对错误的观点进行修改，直至正确为止。
- 将修改后的观点作为你的学习指导。

学习小贴士

自我检测。提出问题然后
通过阅读找出这些问题的
答案。

学习前
A 或 D

观 点

学习后
A 或 D

1. 所有的物质，包括像木材和钢铁一般的固体内部都包含了大部分空间
2. 科学家能指出原子中电子的确切位置
3. 电子围绕原子核旋转，如同行星围绕太阳旋转一样
4. 中性原子中电子的数目与原子的原子序数相同
5. 稀有气体容易与其他元素反应
6. 当元素间形成化学键时，所有元素都转移相同的电子数
7. 金属中的电子能在所有金属离子中自由移动
8. 某些原子通过共享原子间的电子相互连接
9. 水分子有两个相反的末端，就像磁铁的两极

科学在线

在 ips.msscience.com 上
打印本表。

原文摘要

You have read that the number of electrons¹ in the outer energy level of an atom determines many of the chemical properties² of the atom. Because these electrons are so important in determining the chemical properties of atoms, it can be helpful to make a model of an atom that shows only the outer electrons. A model like this can be used to show what happens to these electrons during reactions³.

Drawing pictures of the energy⁴ levels and electrons in them takes time, especially when a large number of electrons are present. If you want to see how atoms of one element will react, it is handy⁵ to have an easier way to represent the atoms and the electrons in their outer energy levels. You can do this with electron dot diagrams. An electron dot diagram⁶ is the symbol for the element surrounded by as many dots as there are electrons in its outer energy level. Only the outer energy level electrons are shown because these are what determine how an element can react.

Now that you know how to write electron dot diagrams for elements, you can use them to show how atoms bond with each other. A chemical bond⁷ is the force that holds two atoms together. Chemical bonds unite atoms in a compound⁸ much as glue unites the pieces of the model. Atoms bond with other atoms in such a way that each atom becomes more stable⁹. That is, their outer energy levels will resemble those of the noble gases¹⁰.

注 释

1. electron /i'lektrɒn/ *n.* 电子
2. chemical property 化学性质
3. reaction /ri'ækʃən/ *n.* 相互作用
4. energy /'enədʒi/ *n.* 能量
5. handy /'hændi/ *a.* 方便的
6. electron dot diagram 电子式

7. chemical bond 化学键
8. compound /'kɒmpaʊnd/ *n.* 化合物
9. stable /'steɪbl/ *a.* 稳定的
10. noble gas 稀有气体

原子为什么可以结合

原子结构

当你得知所有物质，甚至像木材和金属那样的坚固物体内部都存在大量的空间时会不会感到很吃惊？这是怎么回事呢？答案是尽管原子间的空隙很小，但原子内部却存在大量的空间。

原子的中心是原子核，含有质子和中子，原子中大部分的质量都集中在原子核上。除了与原子核相比极其微小的电子外，原子内部的剩余部分都是空的。虽然电子的准确位置无法确定，但电子始终围绕着原子核在一个叫做**电子云 (electron cloud)**的空间内运动。

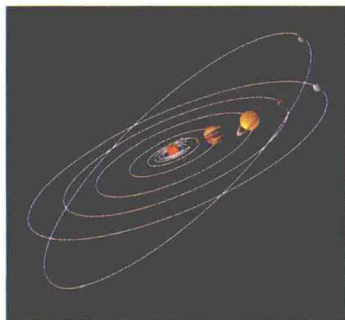
为了形象地表示原子，我们可以将原子核画成一元硬币的大小。这样，电子将比微尘还小而电子云则有20个足球场那么大。

电子 你可能认为电子类似于围绕太阳旋转的行星，但它们却是不同的，如图1所示。第一，行星不带电荷，而原子的原子核带有正电荷，电子带有负电荷。第二，行星在一个可预测的轨道上运动——你能准确地计算出其在任一时刻的准确位置，但对于电子却无法做到这样。尽管电子在某一可预测的区域内运动，但你无法计算出其准确位置。通常，科学家是运用数学模型来预测电子可能出现的位置。

图1

比较电子与行星的运动。

A 电子围绕原子核运动，但其运动路径不明确。



B 行星在确定的运动轨道上运行。

学习聚焦

什么 你会学到

- **辨别** 辨别原子中的电子是如何分布的？
- **比较** 比较原子中的电子的相对能量数。
- **比较** 原子中的电子分布是如何与其在元素周期表中的位置相联系的？

为什么 这很重要

在你的周围总在发生化学反应。

概念回顾

原子 (atom): 构成元素的最小单元，保持元素的性质。

新概念

- 电子云 (electron cloud)
- 能级 (energy level)
- 电子式 (electron dot diagram)
- 化学键 (chemical bond)

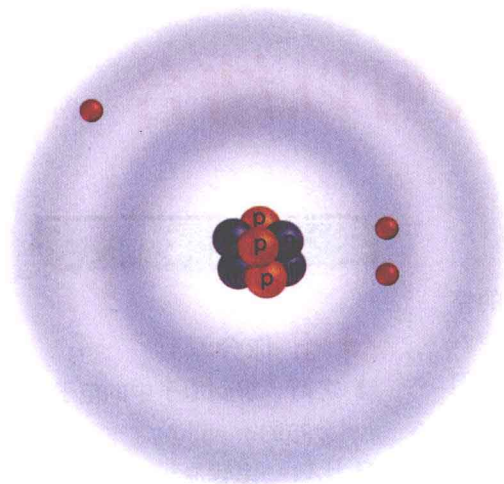


图2

中性锂原子有3个带正电荷的质子、3个带负电荷的电子和4个中性的中子。

元素结构 每种元素都有其独特的原子结构，该结构包含特定数量的质子、中子和电子。对于某一给定元素的中性原子来说，其质子数与电子数总是相等的。图2给出的是锂原子电子结构的二维模型，其原子核里有3个质子和4个中子，还有3个围绕原子核运动的电子。

电子分布

元素的许多物理性质和化学性质是由电子云里的电子数目和分布决定的。

电子能量 尽管原子中所有的电子都位于电子云中，但有些电子要比其他电子更靠近原子核。原子中电子的不同区域叫**能级(energy level)**，图3给出了能级模型图，图中每一能级代表不同的能量。

电子数 每一能级能容纳的电子数是有限的。能级距离原子核越远，其容纳电子数越多。能级1，可以容纳1个或2个电子；能级2，最多可以容纳8个电子；能级3最多可以容纳18个电子；能级4最多可以容纳32个电子。

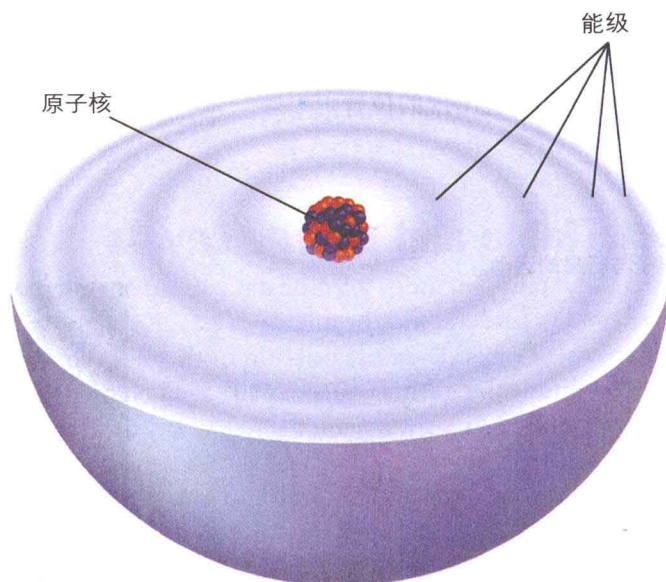
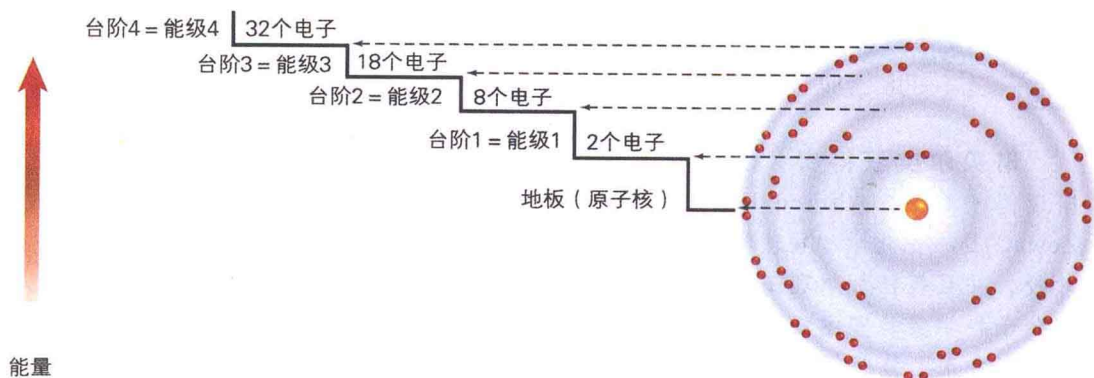


图3

电子围绕原子核在三维空间内运动。示意图中的深蓝色条带表示能级，在那里最有可能发现电子。

鉴别 指出能容纳最多电子的能级。



能量台阶 如图4所示的阶梯是表示电子云中每一能级所能容纳最大电子数的模型。模型把原子核看成地板层，把电子不同的能级用台阶代表。离原子核最近的电子其能量最低，称之为能级1。离原子核最远的电子拥有最高能量，也最容易失去。为确定占据某一能级的电子的最大数目，可用公式 $2n^2$ 计算得到， n 等于能级数。

回顾本章开头的导航实验。移去距磁铁最近的回形针所耗的能量要比移去距磁铁最远的回形针所耗的能量多，那是因为回形针距磁铁越近，磁铁对回形针的吸引力也就越大。同样，带负电荷的电子离带正电荷的原子核越近，原子核对其的吸引力也就越大，因此，移去靠近原子核的电子需要耗费比移去远离原子核的电子更多的能量。

想一想

什么决定了电子所拥有的能量？

元素周期表和能级

元素周期表包含了关于元素的许多数据，同时也可以用来理解能级。图5所示的是元素周期表的一部分。回想一下，元素的原子序数与该元素的质子数相同，因为原子是电中性，所有质子数等于其电子数，因此，你可通过查看写在每种元素符号上方的原子序数来确定其原子中的电子数。

图4

离原子核越远的能级，其容纳的电子数就越多。

辨别 辨别最低能级和最高能级。



话题 电子

浏览 ips.msscience.com, 了解有关电子及其历史的相关知识。

活动 探究为什么科学家们无法准确地确定电子的位置。

诺贝尔奖获得者 艾哈迈德·泽维尔(Ahmed H. Zewail)是一位化学和物理学教授，并且担任加州理工学院分子科学实验室主任。因其研究成果，他获得了1999年的化学诺贝尔奖。泽维尔和他的研究团队用激光来标记化学键的生成与断裂。

图5

这部分元素周期表给出了一些元素的电子构造。数一数每种元素的电子，注意其电子数是如何沿着周期表而递增的。

1							18
氢 1 H							氦 2 He
1							
	2						
锂 3 Li	铍 4 Be	13	14	15	16	17	
		硼 5 B	碳 6 C	氮 7 N	氧 8 O	氟 9 F	氖 10 Ne
2							
		13	14	15	16	17	
钠 11 Na	镁 12 Mg	铝 13 Al	硅 14 Si	磷 15 P	硫 16 S	氯 17 Cl	氩 18 Ar
3							

电子构造

请看图5所示的元素周期表，你能发现元素是按一定的顺序排列的，元素对应的原子中的电子数沿着元素周期表从左到右逐渐增多。例如，第1周期是由能级1上具有1个电子的氢和具有2个电子的氦构成的。回顾图4可知，能级1上最多可容纳2个电子，因此，氦的最外层能级已经饱和。具有饱和最外层能级的原子是稳定的，因此，氦是稳定的。

想一想

元素周期表的纵列术语叫什么？

第2周期起始于锂，有3个电子，其中2个电子位于能级1，1个电子位于能级2，即锂的最外层能级上有1个电子。锂的右边是外层含有2个电子的铍，含有3个电子的硼，以此类推到含有8个电子的氖。

再看下图4，你会发现能级2上最多可容纳8个电子。氖不仅拥有饱和的最外层能级，而且其外层能级上含有8个电子的构造也是稳定的，因此，氖是稳定的。第3周期的元素以相同的方式填充其最外层能级，结束于元素氩。虽然能级3上可以最多容纳18个电子，但氩的最外层能级上含有8个电子——稳定的电子构造。元素周期表中每一周期都结束于一种稳定的稀有气体元素。

族

元素可以被划分为组或族，图5的元素周期表中的一列就是一个族。氢通常被单独考虑，因此，第1族元素始于第1列的锂和钠，第2族元素开始于第2列的铍和镁等等。如同人类同一家族成员经常具有相似的面孔和特征，同一族元素的成员也有相似的化学性质，因为在它们的最外层能级上具有相同的电子数。

正是这种重复的特性启发了俄罗斯化学家德米特里·门捷列夫(Dmitri Mendeleev)，他于1869年绘制了第一个元素周期表。当时门捷列夫正在听演奏，他注意到旋律随着复杂性的增加而不断重复。他在元素中也发现了类似的重复性，于是立刻写下了元素周期表的初稿。

稀有气体 看一下图6所示的氖的结构，氖和它下面的第18族元素的最外层能级上都有8个电子。它们的能级是稳定的，因此它们不容易同其他元素结合。氦，在它的能级上含有2个电子，也是稳定的。这些元素曾经被认为完全不活泼，因此被称为惰性气体，但化学家了解到其中的某些气体仍能发生反应时，它们被改称为稀有气体。即便如此，它们仍然是最稳定的元素。

这种稳定性使稀有气体得到了广泛应用，例如用来保护灯泡里的灯丝。稀有气体的另一常见用途是用来制造彩色灯光。若电流穿过它们时，它们会发射出各种颜色的光——氖的橘红色、氩的淡紫色和氙的黄白色。

卤素 第17族元素叫卤素，图7为第2周期中氟元素的模型图。同该族其他元素一样，氟需要得到1个电子才能达到最外层能级稳定。越容易得到电子而生成化学键的卤素，也就越活泼。氟是最活泼的卤素，因为其最外层能级最靠近原子核。当元素的最外层能级离原子核越来越远时，卤素的活泼性也沿族向下逐步减少，因此，第4周期的溴要比第2周期的氟不活泼。

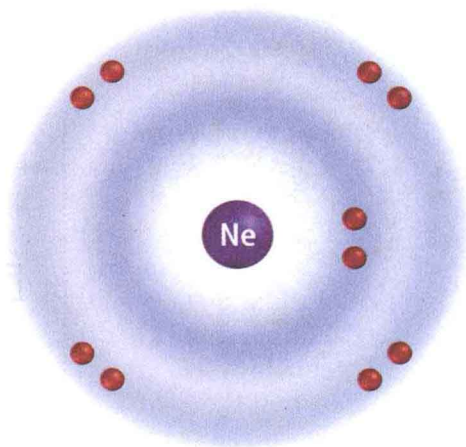


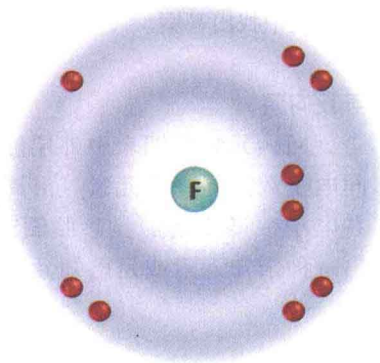
图6

稀有气体是稳定的元素，因为它们的最外层能级是饱和的或是具有如氖那样的8个电子稳定结构。

图7

卤元素氟的最外层能级上含有7个电子。

确定 卤族成员溴的最外层能级上含有多少个电子？



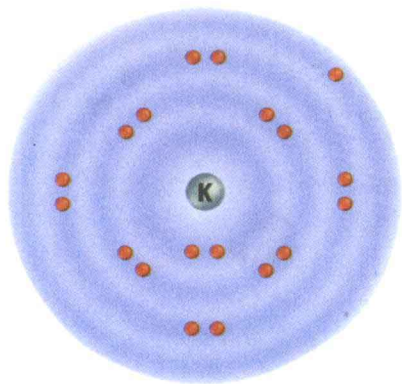


图8

钾原子和锂原子、钠原子一样，在其外层上仅有1个电子。

碱金属 请看本书后的元素周期表第1族元素，该族元素叫碱金属。该族的第一批成员——锂和钠，在其最外层能级上含有1个电子。从图8中可以看出钾原子的外层也有1个电子，因此，你能预测出接下来的该族元素铷也是如此。电子的排布决定了这些金属元素的化学反应。

想一想

在碱金属最外层能级上有多少个电子？

碱金属形成的化合物彼此之间比较类似。每个碱金属的最外层能级拥有1个电子，当碱金属发生反应时，该电子很容易失去。一个原子越容易失去电子，则该原子的活泼性越大。不同于卤素，碱金属的活泼性沿周期表向下逐渐增加，即高周期中的元素要比低周期元素的活泼性高。这是因为它们的外层能级离原子核较远，将电子从离原子核较远的能级上移去要比从离原子核较近的能级上移去所需的能量更小。由于这个原因，第6周期中的铯要比第3周期中的钠容易失去电子，活泼性也更高。

科学应用

元素周期表如何帮你辨别元素的性质

元素周期表呈现了有关元素原子结构的信息，这些信息包括元素的性质，如能级。如果给你某一元素的能级的相关信息，你能辨别出这一元素吗？运用能级去分析，并在元素周期表中找出答案。

寻找问题

回顾元素周期表中外层能级上含有相同电子数的同一族元素。沿周期表从左向右电子数逐步增加。参照图5。你能辨别出一种未知元素或是已知元素属于哪一族吗？

解决问题

1. 第2族的某一未知元素总共有12个电子，其外层含有2个电子。该元素是什么？
2. 说出总共有8个电子，其外层含有6个电子的元素名称。
3. 硅总共有14个电子，4个电子位于外层，总共有3个能级。硅属于哪一族？
4. 3个元素的外层含有相同的电子。其中1个是氧。根据元素周期表，其他两个可能是什么元素？