
漫谈化学元素

本册说明

宇宙世界是由物质构成的,据当今认识的水平,有机物已超过 1000 万种,无机物也有几十多万种,这些形形色色、千变万化的物质,却仅由 100 多种元素组成。有关化学元素的教学,教师往往感到形象实例太少,讲课难以生动,无法扣人心弦,学生则感到枯燥无味。我们正是针对这一状况而编写本书的。该书虽说不直接针对高考,但编汇的大量资料,除简述各元素的发现过程外,侧重各元素在工农业生产,人类生活、科学研究、健康与环境,生态平衡及其他一些最新信息的描写,为教师提供了大量有价值的资料去充实教学;对学生而言,这是一册丰富多彩的科普读物,

对激发学习兴趣,探求物质世界的奥秘,无疑是一个巨大的推动力。

翁钟贵为本册的编写提供了大量资料。参加编写的还有翟华庭、杨中华、张键、吴志敏、曾火平等。

第一章 主族元素

一、IA族：氢、锂、钠、钾、铷、铯、钫

1. 氢(H)

1

氢是元素周期表中第一号元素，位于第一周期IA族。

在各种气体元素中，氢是发现得最早的元素。然而，从发现氢气到确定它是一种元素经历了二百多年的漫长岁月。16世纪末，瑞士的著名医生帕拉塞斯用铁屑和醋酸反应得到一种可燃性气体。17世纪时，海尔蒙特和波义耳曾在实验中偶尔接触过它，但他们并不知道这种气体是什么东西，也没有将这种气体分离出来。直到1700年法国的勒梅里才比较详细地记载了他制取这种“可燃性空气”的一次实验过程，可惜他对该气体也没作深入研究。

由于不少化学家都制取过氢气，氢很难说是谁最先发现

的。英国化学家卡文迪许对氢的发现和
研究作出了突出贡献，他最先收集并仔
细研究了氢气的性质。卡文迪许是当时
伦敦有名的孤僻而且腼腆的人，若有人
找他谈话，他鼓足勇气后才能结结巴巴
答上两句，言辞含糊，然后面红耳赤得
像个小孩子，通常会惊叫一声，跌跌撞
撞地逃走。卡文迪许夜以继日地工作了
五十多年，从不浪费时间，他只有一种
强烈的爱好，这就是研究科学和自然。

亨利·卡文迪许

(1731—1810)

1766年卡文迪许把一篇名为《人造空气
的实验》的研究报告提交给英国皇家学会。有关氢气的论述
主要有：①制取“可燃性空气”不仅只限于铁和硫酸作用，
用一定量的某种金属和各种酸作用，所产生可燃性空气的量
是固定的，与酸的种类和浓度无关。②“可燃性空气”不能
支持动物呼吸。③该气体和空气混合，点燃时会发生爆炸，
并有产生最大爆炸力的气体体积比。由于卡文迪许是燃素说的
虔诚信徒，他曾误认为氢气就是燃素。

1783年，拉瓦锡重复了氢气和空气点燃的实验，查阅了
卡文迪许的实验记录，才得出了正确的结论：水不是一种元
素而是氢和氧的化合物。1787年，拉瓦锡命名这种气体为
氢，意为“水之源”。

氢是宇宙中最丰富的元素，除大气中含少量游离态氢以
外，绝大部分氢以化合态存在。氢在地球的地壳外层的三界
(大气、水和岩石)里的原子百分比为17%，仅次于氧而居

第二位。在整个宇宙中，按原子百分比计算，氢却是最多的元素。据研究，在太阳的大气中，氢占 81.75%（原子个数比），木星的大气中也含 82% 的氢。在宇宙空间，氢原子的数目大约是所有其他元素原子总和的 100 倍。氢在大自然分布很广，水便是氢的仓库。泥土中约有 1.5% 的氢。石油、煤、动植物体也含氢。氢气在空气中约占总体积的二百万分之一。

氢有五种同位素： ${}^1\text{H}$ （氕）、 ${}^2\text{H}$ （氘）、 ${}^3\text{H}$ （氚）、 ${}^4\text{H}$ 和 ${}^5\text{H}$ ，它们的质量数分别为 1, 2, 3, 4, 5，自然界中 ${}^1\text{H}$ 丰度最大，原子百分比是 99.98%。氘是氢的最重要的同位素，它具有可变的天然丰度，平均原子百分比为 0.016%。 ${}^3\text{H}$ 是一种不稳定的放射性同位素。由于氢的各种同位素质量相差较大，它们的单质和化合物在物理性质上差异较大。

例如 ${}^1\text{H}_2$ 和 ${}^2\text{H}_2$ 的沸点分别为 20.2K 和 23.3K，差别很明显。

氢气是密度最小的气体，在标准状况下（273K，101325Pa）时密度为 0.09g/L——仅相当于同体积空气质量的 $\frac{2}{29}$ 。1780 年，法国化学家把氢气充入猪的膀胱中，制得了世界上第一个、也是最原始的氢气球，当它在巴黎附近徐徐升空时，人们还以为它是来自外空的怪物。现在，人们就是往橡胶薄膜中灌入氢气，大量制造氢气球。节日庆典时，天空中飘飞着五颜六色的氢气球。气象台差不多每天都要放几个氢气球，探测高空的风云。利用气球携带干冰、碘化银等药剂升上天空，在云朵中喷撒，实施人工降雨。氢气球在军

事上也大有用途。

氢气最会“钻空子”。氢气球灌好后过不了几小时，它常常飞不起来，由于氢气分子极小，能透过橡胶薄膜上看不见的小孔“溜之大吉”，因此，氢气球必须随灌随用。在高温高压下，氢气能穿过钢板，因此，合成氨的反应塔要用很厚的优质钢筒。氢气的导热性比空气高六倍，有些发电机使用氢气来冷却。除氦外，氢气最难液化。

氢的几种同位素原子核外均含1个电子，它们的化学性质非常相似。氢气在常温下化学性质并不活泼，只能与氟直接化合。氢气在空气或氧气中能燃烧生成水，含氢6%—67%（体积）的氢气和空气的混合物点火会爆炸。氢气是一种理想能源，它燃烧时放出大量的热（是等质量汽油的3倍），加之燃烧后的产物是水，不会造成环境污染，若用它作动力燃料，还具有易发动和不腐蚀发动机的优点。在世界能源出现危机的今天，氢气成了能源研究的重大课题。要把氢气作为动力燃料，必须解决两个问题：降低制氢成本和研究适用的贮氢方法。在目前已知方法中，若从能量和成本的角度看，都是得不偿失，因此，要想实现工业运用上的突破，必须在氢的制备和贮存方法上另辟蹊径。

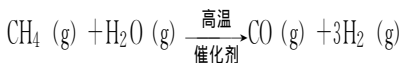
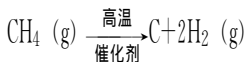
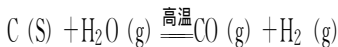
氢气在氧气中燃烧，火焰温度可达3273K左右，工业上利用此反应切割和焊接金属。

氢气能和很多金属、非金属、有机物在一定条件下反应，制备HCl、NH₃、硬化油等重要物质。

氢气是一种优良的还原剂，能还原许多金属氧化物或卤化物，制备W、Ti等金属。

氢的同位素中，氘是美国著名的物理化学家尤利发现的，它的发现引起了科学界的极大关注。尤利研究了 ^1H 和 ^2H 的差别，他的研究使人们能大规模获得重水，并在二战后运用于核武器的研究。氘可作为示踪原子用于化学反应历程的研究。氘是由一个质子和一个中子组成的最简单的复合原子核，研究它的结构及质子和中子的相互作用，对原子核物理的发展具有重要意义。氘是重要的热核材料， $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$ ，如果这样的热核反应能够控制，把它作为能源是非常理想的。我国自行设计和制造的最大受控核聚变实验装置“中国环流器一号”已在四川乐山建成并启动，标志着我国研究受控核聚变的实验手段有了新的发展和提高。

在实验室里，常用较活泼金属（Zn、Fe等）与稀硫酸（硫酸等）或电解水的方法制备氢气。氢气是氯碱工业电解饱和食盐水制备苛性钠的副产物。工业上主要利用碳还原水蒸气及烃类裂解或水蒸气转化法获得氢气。



野外工作时，可用硅和碱溶液反应制取氢气。

除烃类热裂化制氢气外，其他方法都是使+1价的氢元素获得电子变成氢气，所以制备氢气的关键是选择适宜的还原剂及反应条件。

2. 锂（Li）

锂是周期表中第三号元素，属于第二周期IA族。

元素锂的发现者是瑞典著名化学家贝齐尼乌斯的学生阿尔费特森。1817年，他分析一种特殊矿石中含有氧化硅、氧化铝及一种碱金属，他把这种碱金属制成硫酸盐，经试验，发现它不能被酒石酸沉淀，肯定不是钾盐；它不被苛性钾沉淀，肯定不是硫酸镁；他原以为它一定是硫酸钠，但将其折合成氧化钠计算它在矿石中的质量分数时，结果总是使各组分的质量分数之和为105%。于是他经过详细研究后，确定这种矿石中含有与钾、钠性质相似的金属元素，命名为锂（意为来自石头）。阿尔费特森研究的这种矿石现在已经证明就是被称作透锂长石的硅酸锂铝 $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_5)_2$ ，他当时还曾试图制取金属锂，但没有成功。后来布朗德斯采用更强的电池，制得了少量的这种银白色金属。戴维也制得过锂，但数量太少。直到1855年，杰生和马提森采用了电解熔融氯化锂的方法，才取得了较多量的锂，足够研究使用。

在自然界，锂是中等丰度的元素，地壳中锂的含量约为 $5 \times 10^{-3}\%$ 。锂在自然界以化合态存在，在已发现的一百多种含锂矿物中，具有工业价值的主要是磷锂石 $\text{Li}(\text{MnFe})\text{PO}_4$ 、锂云母和磷铝石。在盐层、海水、矿泉水中，含有许多可溶性锂的化合物。锂通过土壤、水及空气进入植物体，通过饮水和食物进入动物和人体。由于检测技术的改进，一般生物体的所有器官、组织和体液内，均能测出微量的锂。

锂是一种银白色金属，在切面上略呈浅黄色。它是自然界中发现的密度最小的金属；只有同体积水的质量的 $\frac{1}{2}$ ，可以漂浮在水面上，甚至煤油上。如果用锂做一架飞机，两个

人就能抬起它。锂的化学性质非常活泼，纯锂不仅不能用来制造飞机，而且不能用来制造汤匙。因为锂易与空气中的氧气化合，变成白色、疏松的化合物——氧化锂，完全丧失了原有的机械强度，用锂制的汤匙在第一次搅拌汤时，就会“不翼而飞”，因为汤匙能被水“吃”掉——锂和水激烈反应。由于锂在空气中易生成一种由氧化锂和氮化锂组成的外膜，因此，金属锂应浸在液体石蜡油或凡士林里保存。

锂燃烧时火焰为红色。金属锂易溶于液氨中成为暗蓝色溶液。

锂易与各种金属熔融生成化合物，也可以与玻璃、陶瓷、石英及类似硅酸钠的材料作用生成锂的化合物。锂被广泛用于冶金工业上，在铜中加入少量的锂（十万分之五），便能大大改善铜的性能。因为锂的化学性质活泼，能与氧、氮、硫等铜中的有害杂质反应；在镁、铝及其他金属中加入少量的锂，能够提高它们的坚固性和耐碱性能；在生铁里加入锂，可以提高铁水的流动性，促进石墨碳的颗粒分布均匀；在银焊条中加入锂，可大大提高焊接强度。锂的合金用来制造曳光弹和发光火箭。在喷气式飞机、洲际导弹、星际火箭、潜水艇等使用的新型高能量的化学燃料——硼化物中，含有锂的化合物。

锂的化合物用途广泛。其中引人注目的是锂的氢化物——氢化锂。当金属锂和氢气作用，就生成白色的氢化锂粉末。氢化锂和水猛烈反应，放出大量氢气。1kg 氢化锂和水作用，可以放出 2800L 氢气（标准状况）！因此，氢化锂是一个方便的储氢“仓库”。锂电池是一种高能电池， LiBH_4

也是一种很好的贮氢材料。锂是热核反应的重要材料， ${}^6\text{Li}$ 、 ${}^7\text{Li}$ 被中子轰击可得氘， ${}^6\text{Li}$ 与氘可进行热核反应。锂的一些化合物，在陶瓷工业上用作釉药。在玻璃工业上，用来制造乳白玻璃和能透过紫外线的特种玻璃，电视机的荧光屏玻璃是锂玻璃。在碱性蓄电池中加入氢氧化锂，能大大提高它的电容量。

在动植物体内，常含锂的化合物，有些植物(如烟草)，没有锂就长不好，一些红色、黄色的海藻和烟草中，含有较多锂的化合物，当把烟草烧成灰烬时，锂就在剩余的灰烬里。锂能作催化剂，加速一些化学反应。你可作一个有趣的实验：把火柴划亮，加热糖块，糖只是熔化，并不燃烧，但是，如果你在糖块上撒一些香烟灰，这时糖块就会像纸一样燃烧起来！原因是香烟灰含有锂，锂能加快糖的氧化(燃烧)反应。

锂不是生命的必需元素，到目前为止，锂在生物体内不具有明确的生理机能。在医学领域，用碳酸锂可治疗狂郁精神病，由于治疗时血锂浓度变化不大，临床应监护用药。锂盐在体内吸收快，排泄也快，为了维持一定的浓度，国外已制成缓释片，口服一次可维持 24h 血锂浓度。

锂的定性检测可用高碘酸铁钾法，高碘的铁络合物的碱性溶液是锂的选择性试剂之一，碱金属元素中只有锂能与此试剂生成沉淀，甚至在稀溶液中也生成黄白色沉淀。

锂的制备过程并不复杂：将锂辉石与石灰石湿磨混合后送入回转窑烧结，当温度达到 1523K 时，锂辉石分解，将烧结块水碎、湿磨后，用水浸取氢氧化锂，浸出液经除钙、硅等杂质后，蒸发，得氢氧化锂结晶。将氢氧化锂转化成氯化

锂，将氯化锂和氯化钾按1:1混合，以石墨作阳极，铁棒作阴极，在673K—703K熔融电解，得到含锂90%的粗锂，将此混合物放在凡士林或石蜡油中熔化，除去金属杂质和氧化物，得到98%的锂。

由于锂有很大用途，锂的年产量急剧增加。我国具有丰富的锂资源，锂及锂盐的制取和应用在我国有着广阔的发展前景。

3. 钠 (Na) 和钾 (K)

钠和钾分别是周期表中第十一号和第十九号元素，分别位于第三周期和第四周期的第IA族。

早在二千多年前我国《管子》一书《海王篇》里，有这样一句话：“十口之家，十人食盐；百口之家，百人食盐。”可见中国人很早以前便普遍使用食盐了。过去，在我国西藏，甚至把盐巴作为货币，食盐中“住”着金属钠。碱金属元素在自然界只能以化合态存在。钠和钾在地壳的丰度分别为2.27%和1.84%，其主要矿物有钠长石 $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 和钾长石 $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 、光卤石 $\text{KCl} \cdot \text{MgCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 及明矾石 $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 。海水中氯化钠的含量为2.7%，总贮量为3640亿吨。

钠和钾等元素的发现归功于英国化学家戴维。戴维小时候既贪玩又淘气，这个木匠的儿子，口袋里装的尽是钓钩和鱼饵。他的老师柯里顿神甫给他的总评是“不会有出息”。他的父亲去世后，年轻的戴维感到了生活的压力，只好到

一名医生那里当学徒。戴维从配制药丸和药水开始，逐渐掌握了复杂的化学实验，并对化学产生了兴趣。隔三岔五，医生家里会发出爆炸的声音，戴维像疯了一样地探究着化学的秘密。戴维凭自己的天资，自学了七种语言，二十几个学科，令人惊讶的是，一本书到手，他只要走马观花地浏览一遍，就已清楚地了解了它的内容。

在戴维那个时代，人们认为苛性碱是不可分解的简单物质，但戴维决定对这些“毫无疑问”的物质，试试电流的作用。刚开始时，电流只分解碱溶液中的水。但戴维不是那种遇到困难就退缩的人，他改用熔融的苛性钾进行电解，由于温度较高，试验没得到预期的结果，最后他用强电流来熔化碳酸钾，并进行电解，从而得到了水银滴状的金属颗粒——钾。

戴维将所制得的金属颗粒投入水中，它就在水面急速奔跑并发出咝咝的声音，随即发出淡紫色火焰。他又发现这种金属和水反应放出氢气，因而推断火焰是氢气燃烧的结果。由于这种金属含于木灰中，戴维命名其为钾，意为“草木灰”。同年，戴维又用同样的方法电解苏打，不过电解苏打要通更大的电流才能将它熔化。他把电解苏打所得的金属命名为钠，意为“苏打素”。

钠和钾都是金属，它们本有美丽的银白色光泽，但它们比温室的花朵还要“娇嫩”，在空气中放置一会就变成了“丑八怪”——表面变暗，失去光彩。它们密度小，十分柔软，可用小刀切割。它们的化学性质非常活泼，如极易与水反应变成氢氧化物溶解于水。人们利用钠和钾强烈的吸水

性，在工业上用作脱水剂。在制造光电管时，用钠、钾来吸收真空管内剩余的氧气和水蒸气。金属钠熔点低，在 371K 就变成了液体，液体钠导热本领极好，比水银高 10 倍，比水高 50 倍，因此，在工业上用液体钠作冷却剂。金属钠和钾的合金熔点低，在常温下是液体，可用来代替水银作温度计。它们也是原子反应堆的导热剂。钠的焰色反应呈黄色，钾的焰色反应呈紫色（透过蓝色钴玻璃）。钠可应用于电光源上。高压钠汞齐在氧化还原反应中比纯金属钠反应速率低，被用作有机合成中的还原剂。钠灯发出的黄光射程远，透雾能力强，对道路平面的照度比高压水银灯高几倍。钠的性质与锂、钾相似，由于钠最便宜，所以钠应用较广，常用它代替锂、钾。

金属钠产量中有 60% 用于生产汽油防爆添加剂四乙基铅（因环境污染原因这种用途日趋减少），10% 的钠用于生产钠的化合物，20% 的钠用作还原剂还原其他金属（如钛等），其化学方程式为： $4\text{Na} + \text{TiCl}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Ti} + 4\text{NaCl}$ 。此外，在某些染料、药物及香料的生产中也以金属钠作还原剂。

钾的最主要的化合物是氢氧化钾，它是一种白色固体，易溶于水，具有很强的腐蚀性。如果你的羊毛衫放在 5% 的氢氧化钾溶液里煮五分钟，衣服就会消失——被溶解了！在工业上，氢氧化钾用于制皂、精炼石油，制造各种化工产品。用氢氧化钾制造的“钾皂”很有趣，它是一种液态的肥皂（洗发店常用）。

钾的主要用途是制造钾肥，含钾的化肥，主要有硝酸钾、氯化钾、硫酸钾、碳酸钾。在农家肥中，以草木灰，特

别是向日葵灰，含钾最多。土壤里钾的含量并不少，但大部分以难溶的矿物存在，作物不能吸收，只有在长期风化过程中，才能逐步转化为作物可以吸收的钾的化合物，因此，土壤需要施用钾肥。由于钾肥易溶于水，施用时要防止雨水淋湿。

植物只需钾不需要钠，但钾和钠都是动物的必需元素。动物吃植物可以得到钾，而所需的钠必须从食盐中摄取。食盐不仅是调味品而且可提供氯，以产生胃酸，调节和维持血液的酸碱度。人体内钠的总量约为 90g，钾约为 160g，钠的主要功能是维持细胞内外的渗透压，钾主要维持细胞的新陈代谢，它们都保持神经细胞对外界刺激的正常反应。研究表明，细胞外的 Na^+ 浓度要比细胞内约大 100 倍，而 K^+ 浓度分布正相反，当神经细胞吸入 Na^+ 放出 K^+ 时，犹如完成了一个脉冲，这就是人体对外界刺激作出迅速反应的道理。人体缺乏钠和钾会发生血液循环障碍及神经反应迟钝等症状。

有趣的是：成年人的器官中钾多于钠，而婴儿的器官中，钠都多于钾。有些科学家就用这一点来证明：陆上动物起源于海里的有机体，因为在海水中，钠多于钾。

工业上采用电解熔融氯化钠的方法来制备钠（唐斯法）：

$$2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{熔融电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$$
 由于钾在助溶剂中溶解度较大，影响电流效益，制备金属钾利用了它的沸点低，易挥发。



由于金属钠和钾化学性质非常活泼，通常把它们保存在煤油中。

4. 铷 (Rb)、铯 (Cs) 和钫 (Fr)

铷、铯、钫分别是元素周期表中第三十七、第五十五和第八十七号元素，分别位于第五、第六和第七周期的IA族。

1860年，杰生在研究杜尔汉矿泉水时，先分出钙、锶、镁、锂，将母液滴在火焰上，发现两条陌生的浅蓝色谱线，“谦虚地”躲在钾、钠和锂的谱线当中。杰生马上跑去翻阅他和基尔霍夫所画的那本彩色的光谱图表，图表上没有记录，任何一种元素也没出现在这两条蓝色谱线出现的位置。经过详细对比，他判断这是一种新的元素，于是命名这种元素为铯，意为“天空的蓝色”。用这种方法观测，即使在碱中存在百万分之一毫克的铯，也可以清晰找到它。

铯的踪迹是可靠的，剩下的问题是寻找发出蓝色光线的物质。杰生一步一步地把铯盐弄到手，他把矿泉水里的其他元素一步一种，二步一种，三步一种地分离出去，最后混合液体主要是钾盐和铯盐，当他把钾盐也一点一点冲洗掉时，分光镜发出了意外的信号：混合液的光谱上先出现了两条新的紫线，最后是几条暗红色很清楚，原来还有一种新元素隐藏在杜尔汉矿泉水中，杰生给他取名为铷，意为“最深的红色”。20年后，塞特堡才借电解氰化铯和氰化钡混合物的方法，把金属铯制得。1939年，法国女化学家佩雷在研究放射性金属铀时，在提炼铀剩余的残渣中发现了另一种放射性物质，通过仔细分析与检查，证实是89号元素铀的原子核裂变时，失去了一个氦原子核，变成了只含87个质子的原子核的一种新元素。佩雷用它祖国的名字“法兰西”来命名这种新元素，译成中文就是“钫”。钫是一种强放射性元素，

${}^{223}\text{Fr}$ 的半衰期为22分。

铷和铯在地壳中的含量，特别是铷，并不算少。铷占地壳原子总数的千万分之九，海水中约有十万分之一的铷和铯，含量在4000亿吨以上。由于它们是分散元素，因此，在自然界经常作为钾的共生元素而存在，只有在伟晶花岗岩中，铷和铯才是比较富集的，这种岩石最有经济价值的矿物是铯榴石， Cs_2O 含量高达32%。

铷是一种很软的银白色金属，硬度很小。铷的蒸气很有趣，像条变色龙：在453K是绛红色，而温度高于523K时则为橙黄色。铷的熔点很低，只有311K，比人体正常温度仅高一度。铯是最软的金属，比石蜡还软，熔点只有301K，是仅次于汞的易熔金属，握在手心即可熔化。铯略带淡黄色，和铷一样，它也具有高度的柔软性和可塑性。

铷和铯的化学性质非常活泼，在空气中也会自燃，放射出玫瑰般的紫色光芒。如果把它们投入水中，它们会和水猛烈反应，放出大量的热，燃烧甚至爆炸。即使把它们放在冰上，也会燃烧起来。因为铷和铯活泼的化学性质，平时将其放置在煤油里，与空气、水隔绝。在煤油中即使放上十年八年，它也本性不改，只要一放出来，它们与接触的物质如水等剧烈反应，然后“自焚”。

由于铷和铯量少分散，价格昂贵，加上它们极强的化学活性，长久以来并没有利用它们来制造合金。铷和铯能猛烈和氧气化合，在制造真空管时，被用作吸氧剂。

铷和铯最宝贵的性质，在于它是长“眼睛”的金属——具有优异的光电性能。由于它们化学性质活泼，受到光的照