

名师解惑丛书



金属

曹洪昌 编著



山东教育出版社

名师解惑丛书

金 属

曹洪昌 编著

山东教育出版社

1999年·济南

名师解惑丛书

金 属

曹洪昌 编著

出版发行：山东教育出版社
地 址：济南市纬一路 321 号

出版日期：1998 年 9 月第 1 版
1999 年 5 月第 2 次印刷
印 数：5001—7000
用纸规格：787 毫米×1092 毫米 32 开
2.5 印张 50 千字

制版印刷：山东新华印刷厂临沂厂

书 号：ISBN 7-5328-2722-4/G·2500
定 价：2.00 元

出版说明

古之学者必有师。师者，所以传道受业解惑也。有感于此，组织部分长年在一線执教、经验丰富的著名教师，以专题讲座形式编辑出版一套限于中学理科知识框架内，源于教材但有些内容又略高于教材的，高级中学数学、物理学、化学“名师解惑丛书”是我们多年的想法和愿望。

两年多来，山东教育出版社理科编辑室经过广泛的调研，以及与部分学生和老师们的座谈，我们的初衷不断得到升华，并与作者就丛书的特色取得如下共识：

每册书即为一个专题讲座，其内容由若干教学过程中反映出的疑难知识点组成，通过对典型例题的分析，剖析疑难知识点，帮助学生理清思路，进而达到融会贯通的目的。

每册书通过对知识的综合，帮助学生将过去所学的知识按专题进行系统的归纳和总结；通过适当介绍一些学科知识自身发展的逻辑规律，给学生有关学科思想方法方面的启迪。

总之，这套丛书企盼达到启迪思维、拓宽知识、培养兴趣的目的，以提高学生分析问题和解决问题的能力。

前 言

本书包括中学化学中的金属及其化合物的知识,全书共分三部分:碱金属及其化合物;镁、铝及其化合物;铁及其化合物。在每一部分中,知识结构给出了知识的脉络;疑难解析对学习中遇到的疑难问题进行了点拨;例题对该部分知识中的典型题目进行了解析,以提供给读者正确的思路合理的方法;练习题综合性强,读者可通过解题全面巩固和掌握所学知识、培养分析问题和解决问题的能力。本书适合高中学生和中学化学教师使用。

由于水平所限,疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

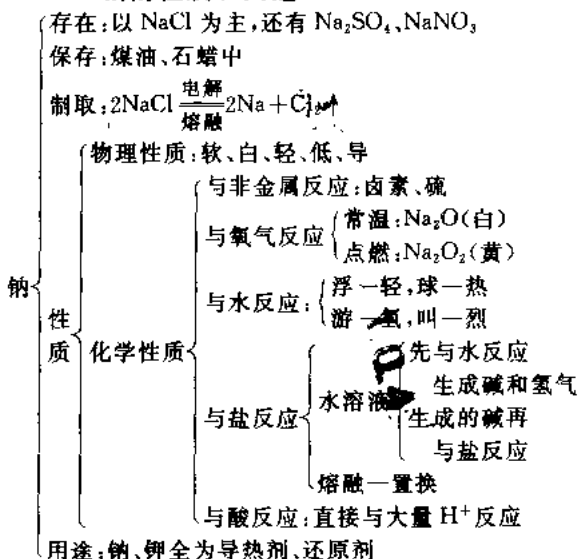
一、碱金属	(1)
知识结构	(1)
疑难解析	(3)
例题	(10)
练习题	(20)
二、镁 铝	(29)
知识结构	(29)
疑难解析	(33)
例题	(36)
练习题	(43)
三、铁	(52)
知识结构	(52)
疑难解析	(54)
例题	(58)
练习题	(66)

一、碱 金 属

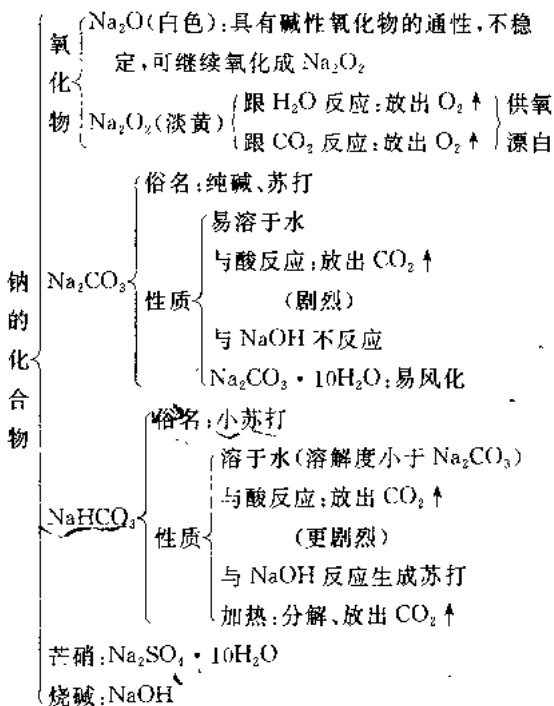
碱金属是中学化学中所学的第一个金属元素族,也是中学化学中唯一系统研究的金属族。碱金属元素分别具有一些特性,但由于它们的原子的最外电子层均只有 1 个电子,失去这一个电子后转化为 8 个电子的稳定结构(锂除外),只有 1 种化合价,无变价。因此,其相似性较其它主族元素表现得更加突出。

【知识结构】

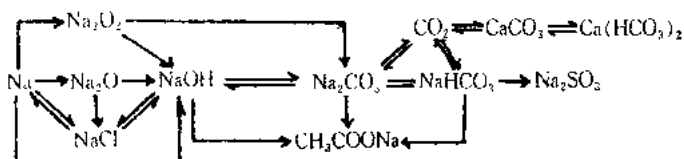
1. 钠的性质和用途



2. 钠的化合物



3. 钠及其化合物的转化关系



4. 碱金属元素的性质比较

碱金属	原子结构	同 { 最外层均为 1 个电子 异 { 电子层数依次增加 原子半径依次增大 (除稀有气体外,同周期最大)
	元素性质	同 { 均为活泼金属元素 最高正价 +1 (无负价) 异 { 失电子能力依次增强 金属性依次增强
	单质性质	同 { 均具强还原性 易失去 1 个电子 异 { 密度依次增大,熔沸点依次降低 与水反应越易、越剧烈 还原性增强
	化合物性质	氧化物的水化物碱性增强 氧化物均系白色、极易与水化合

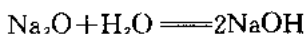
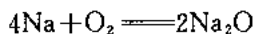
5. 碱金属元素的特殊性

有 关 特 殊 性	原子或离子均有焰色(钾紫、钠黄)
	Cs 略带金色光泽
	均为柔软金属
	钠钾合金室温下呈液态
	钠可将钾从熔融物中置换出来
	钠用作电光源
	钾的化合物作肥料
	铷、铯制电管
	锂作催化剂、合金、高强度玻璃
	碱金属(含铵盐)正盐的溶解性大于相应的酸式盐
	过氧化物均有颜色、氧化性、漂白性

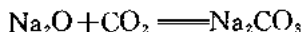
【疑难解析】

【1】钠露置于空气中的变化和反应剖析

钠露置于空气中的变化过程是： $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (结晶) $\rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ (风化)，因此，最终得到的是一种白色粉末。有关反应如下：



值得指出的是，有的同学误将碳酸钠的生成用下式表示：



这是不符合事实的，因为氧化钠与水结合的能力比跟二氧化碳反应的能力强得多。

【2】钠与水反应的现象解释

(1) 钠浮在水面上，这是因为钠比水轻。

(2) 钠立刻熔成一个闪亮的小球，这是因为：①反应是放热的；②金属钠熔点较低，反应放出的热足以使它熔化成液态，液态钠的表面张力使它变成小球；③金属钠具有银白色光泽。

(3) 小球向各个方向迅速游动，这是因为钠跟水反应生成氢气产生的推动力。

(4) 反应过程中可能产生的燃烧现象，这是由于反应过程中钠及氢气燃烧的结果，而且是钠先着火再引燃氢气。

(5) 反应过程中可能产生的爆炸现象，主要是钠燃烧生成的过氧化钠与水反应产生的氧气跟钠与水反应产生的氢气混合后被引燃所致。

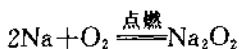
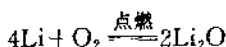
(6) 水面上方弥漫的“白色物”，并不是钠和钠的化合物的

烟而主要是水蒸气凝聚而成的白雾)

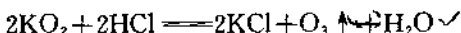
(7)在反应后的烧杯里滴入酚酞试液溶液呈红色,这是因为生成物氢氧化钠是一种碱。

【3】碱金属燃烧后生成物是什么?生成物属于碱性氧化物吗?

(1)碱金属在空气或氧气中燃烧时,由于其活泼性不同,其产物亦不同。例如:



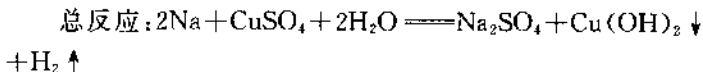
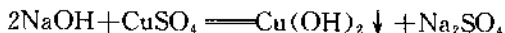
(2)判断一种氧化物是否为碱性氧化物就要看它是否与酸反应生成盐和水, Li_2O 、 K_2O 、 Na_2O 均符合此条件,当然属碱性氧化物。但是也有一些氧化物与酸反应的产物不符合这一条件,例如:



在生成盐和水的同时,还生成了 O_2 或 O_3 , 所以不能将其归类为碱性氧化物。

【4】钠能否从 CuSO_4 溶液中置换出 Cu

众所周知, Fe 能从 CuSO_4 溶液中置换出 Cu 来。虽然在金属活动顺序表中钠远在铁的位置之前,但钠却不能从 CuSO_4 水溶液置换出 Cu 来,这是因为钠的活动性很强,钠投入 CuSO_4 溶液中后首先与水反应生成 NaOH , 生成的 NaOH 再进一步与 CuSO_4 反应而产生蓝色絮状沉淀:



凡是活动性很强的金属(如 K、Ca、Na)跟盐溶液反应都与此类似,只有在熔融状态下,才有可能发生金属之间的置换反应。

【5】锂能否保存在煤油中?

锂与钠、钾的性质近似,常温下也易被空气中的氧气所氧化,水蒸气也会与之反应,所以锂的保存也与钾、钠一样,应隔绝空气与水。钾、钠保存在煤油里,锂是否也可保存在煤油里?不行!这是因为锂的密度($0.534\text{g}/\text{cm}^3$)小于煤油的密度($0.78\text{g}/\text{cm}^3$),它不会浸没在煤油里,而是浮在煤油上,这样当然达不到与空气、水隔绝的目的。因此,要保存锂,必须把它浸没在密度更小的石蜡油里。

【6】氢不属于碱金属,为什么也把它放在碱金属元素族?

这是因为氢原子的结构与碱金属原子的结构相似决定的。氢原子和碱金属原子最外层都只有1个电子,且这个电子容易失去而表现出与碱金属相似的化学性质——还原性,能和大多数非金属反应显示+1价。所以,把氢与碱金属元素放在同族较为合理。但也有人建议把氢与卤族元素放在一起。

【7】如何检验碱金属离子的存在?检验时应注意些什么?

由于碱金属盐易溶于水,且其水溶液均为无色,因此不能通过沉淀反应来检验碱金属离子的存在。通常利用碱金属离子在火焰中所显示的不同颜色来检验。这种检验方法叫做焰色法。在进行焰色反应时应注意如下几点:

①焰色反应所用火焰本身颜色要浅,否则会干扰实验的观察。采用煤气灯较理想,若用酒精灯焰,则要使用其外焰的侧面。

②蘸取待测物的金属丝本身在火焰上灼烧时应无颜色,同时熔点要高、不易被氧化。用铂丝效果最好,也可用铁丝、镍丝、钨丝来代替。金属丝要安在玻璃棒上,以防烫手。

③金属丝在使用前要用稀盐酸将其表面的氧化物洗净,然后在火焰上灼烧至无焰色,以除去能起焰色反应的少量杂质。

④观察钾的焰色时,要透过蓝色的钴玻璃片。因为钾中常混有钠的杂质,蓝色钴玻璃可以滤去黄光,以看清钾的浅紫色火焰。

【8】“焰色反应”释疑三则

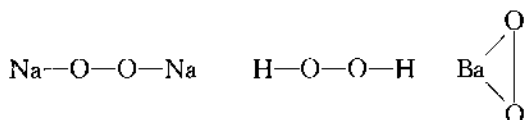
(1)焰色反应是元素的一种物理性质。无论是金属离子或金属原子均能发生焰色反应,焰色反应属物理变化过程。

(2)不是所有元素都有特征的焰色。只有碱金属元素以及钙、锶、钡、铜等少数金属元素才能呈现焰色反应。

(3)焰色反应的显色过程与气体物质燃烧时产生各色火焰的过程有着本质区别。焰色反应并非金属及其化合物自身发生燃烧反应而产生各种颜色火焰的过程,而是它们的原子或离子的外围电子被激发跃迁而产生各种颜色的光的过程。

【9】“过、高、亚、次”等字的用法

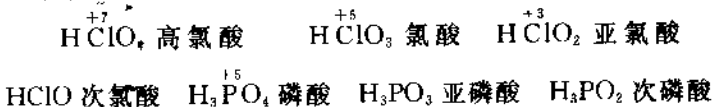
(1)在化学命名上,“过”字附加字首乃表示含有过氧键“ —O—O— ”(O₂²⁻)的化合物。例如过氧化钠(Na₂O₂),过氧化氢(H₂O₂),过氧化钡(BaO₂)等,它们的结构可示意如下:



由于均含有两个氧原子直接相连的过氧键“ $-\text{O}-\text{O}-$ ”(O_2^{2-})因而称之为过氧化物。

应该指出,有些氧化物分子中也含有两个氧原子,但它们并不形成过氧键,因而不能称为过氧化物。例如: $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ (CO_2)二氧化碳、 $\text{O}=\text{Mn}=\text{O}$ (MnO_2)二氧化锰等。

(2)在化学命名上,“高”、“亚”、“次”等附加字首,常用以表示化合物中某一组成元素价态的高低,或者某种原子数目的多少。例如,某元素能生成几种含氧酸时,则以其中较稳定而常见的酸为标准,叫做“某酸”;较某酸多含一个氧原子的酸叫“高某酸”;较某酸少含一个氧原子的酸叫“亚某酸”,再少含一个氧原子的酸叫做“次某酸”。例如:

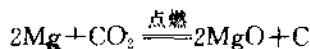


【10】容易混淆的几种反应条件和现象

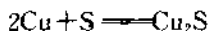
点燃、加热、高温、强热、微热、煅烧、灼烧都是与温度有关的一些常见反应条件;而燃烧、火焰、发光、焰色等则是与温度有关的一些化学现象,不少同学对此混淆不清。现作如下解析:

(1)点燃与加热

“点燃”是引起反应的发生,其现象一定是燃烧。而“加热”是指将反应物置于酒精灯的火焰($400\sim 500^\circ\text{C}$)上使之受热而发生反应。例如下面两个反应的条件是有区别的。

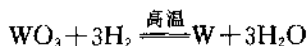


但应注意的是,某些燃烧反应,其反应条件并非都是“点燃”。例如,铜在硫蒸气中燃烧,在操作过程中是将装有硫粉的试管用酒精灯加热,使硫呈蒸气状,再把铜丝插入试管的硫蒸气中使之进行反应。反应的引发并没有将铜丝点燃。所以,反应条件不是“点燃”,而是“加热”。化学方程式如下:



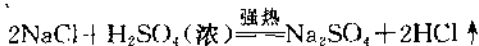
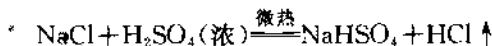
(2) 加热与高温

两者间的区别并不十分严格。通常把 500℃ 以下,用酒精灯的火焰温度就能进行的反应,其反应条件注明“加热”(通常用符号“ Δ ”表示),在喷灯火焰温度(700~1000℃)下才能使反应发生的,则该反应的条件应注明为“高温”。例如:

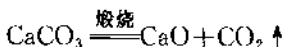


(3) 强热、微热、煅烧、灼烧

“强热”一般是指“高温”,是与“微热”相对而言;“微热”是指加热时要缓慢地微微加热,实验操作过程中应注意调节或控制温度。例如:



“煅烧”是指较长时间的给以加热,而且在加热过程中有气体或挥发性物质生成的操作过程。如煅烧石灰石:



“灼烧”与“煅烧”相比，受热时间较短，且受热物质有的与火焰直接接触，如焰色反应等。

(4) 燃烧、火焰、发光、焰色

“燃烧”是发光、发热的剧烈的氧化反应。其反应必须具备两个条件：一是温度保持在着火点以上，二是可燃物与具有氧化性的物质充分接触，二者缺一不可。

“火焰”是气态可燃物在燃烧时形成的一个发光、放热的区域，是气态可燃物燃烧时产生的现象，如果没有气态可燃物燃烧，就不会有火焰产生。

“发光”是固态可燃物燃烧时产生的现象。

“焰色”是指碱金属、钙、锶、钡、铜等金属或它们的化合物在灼烧时使火焰呈现的特殊颜色。例如，钾的焰色为浅紫色，钠的焰色为黄色等。

【例题】

【例题 1】相同质量的 Fe、Zn、Al、Na 分别投入足量的盐酸中，置换出的 H_2 由多到少的顺序是()。

- (A) $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Al} > \text{Na}$ (B) $\text{Al} > \text{Na} > \text{Fe} > \text{Zn}$
(C) $\text{Na} > \text{Al} > \text{Fe} > \text{Zn}$ (D) $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Na} > \text{Al}$

【解析】解此类题时，若分别计算，比较繁琐。有一个规律，即质量相同的酸跟足量的金属反应，置换出氢气的量与金属化合价(n)和金属原子量(m)的比值(n/m)成正比。

Fe	Zn	Al	Na
$\frac{n}{m}:$	$\frac{2}{56} = \frac{1}{28}$	$\frac{2}{65} = \frac{1}{32.5}$	$\frac{3}{27} = \frac{1}{9}$

n/m 之值 $\text{Al} > \text{Na} > \text{Fe} > \text{Zn}$ ，故答案为(B)。

等质量的 Na、K、Zn 投入到各盛有 0.05mol/L 的盐酸的烧杯中,充分反应后,放出的 H_2 的量的情况,可以肯定的答案为(),可能出现的情况为()。

(A) $Zn > K > Na$ (B) $Na > Zn > K$

(C) $Na > K > Zn$ (D) $Na > Zn = K$

(E) Na 放出的 H_2 一定不比其它二种少

【解析】由于本题中酸的具体用量尚未知,因此解答此题首先必须弄清楚三点:①不管酸的含量多少,只要溶液足量,Na、K 均可完全反应;②锌只与溶液中 H^+ 反应, H^+ 消耗殆尽,反应即停止,因此锌与酸反应放出 H_2 的多少与酸的量有关;③它们各自放出等质量的 H_2 各需多少金属。

(1) 据生成 0.5mol H_2 , 钠只需 23g, 钾需 39g, 锌需 32.5g。当它们的质量相等时,总是钠放出的 H_2 最多。就算酸溶液包括水全部反应还不够 K 完全反应的话,Na 与 K 放出的 H_2 的量也是相等的。因而可以肯定的答案是(E)。

(2) 当酸是足量或过量时,那末,由 Zn 与 H^+ 反应放出的 H_2 的量多于 K 放出的量,所以答案为(B)。

(3) 当酸是不足量时,亦有三种情况:因为 Na、K 全部反应(即与酸反应后再与水反应),所谓酸的过量与否,只需考虑 Zn 与它的关系。

①当酸中所含的 H^+ 的物质的量等于钾的物质的量时,或者是 $n_{Zn} : n_{H^+} = 1 : \frac{65}{39}$ 时,Zn、K 放出的 H_2 的量相等。此时答案为(D)。

②当酸中所含 H^+ 的物质的量大于钾的物质的量时,或者说当 $n_{Zn} : n_{H^+} > 1 : \frac{65}{39}$ 时,即 Zn 与 H^+ 反应放出的 H_2 的量