

高級中学課本化学

第三册补充教材

人民教育出版社

高級中学課本化学
第三册补充教材

北京市书刊出版业营业許可証出字第1号

人民教育出版社編輯出版(北京景山东街)

北京出版社重印(北京东单綽綽胡同3号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第095号

新华书店发行

北京新华印刷厂印刷

統一书号: K7012·734-2 字数: 65 千

开本: 787×1092 毫米 1/32 印張: 2 1/4 插頁: 1

1958 年第一版 1960 年第三版

第三版 1960 年 12 月第二次印刷

北京 16,301—40,300 册

定价: 0.18 元

編者的話

高級中學課本化學元素講得不多，結合生產實際不夠，反映現代化學最新成就不夠，內容不夠豐富，為此編寫了這個補充教材。

這個補充教材包括“銅、鋅、鉛、錫”、“稀有金屬”、“放射性元素”、“有機化合物的命名法”、“合成有機高分子化合物”等五個部分，在講完高中化學後講授，也可以插入教材的有關部分講授。各地在使用這個教材時，在講授的深度和廣度上，可以根據教學的具體情況和當地工農業生產的實際情況，因地制宜，靈活掌握，有所增刪。

這個補充教材由於編寫時間匆促和限於編者的水平，缺點和錯誤在所難免，希望各地教師在教學實踐過程中給我們多多提出寶貴的意見。

1960年4月

目 录

一、銅、鋅、鉛、錫	101
1. 銅	104
2. 鋅	111
3. 鉛	113
4. 錫	115
5. 有色金屬礦物的綜合利用	117
學生實驗 黃銅成分的簡單檢驗	119
二、稀有金屬	121
1. 稀有金屬概論	121
2. 輕稀有金屬	126
3. 高熔點稀有金屬	128
4. 稀散金屬	133
5. 稀土金屬	138
三、放射性元素	141
1. 元素的放射性	141
2. 半衰期 位移定律 天然放射系	143
3. 鈾和鈾	146
4. 放射性同位素在化學上的應用	148
四、有機化合物的命名法	152
五、合成有機高分子化合物	156
1. 有機高分子化合物的特點和結構	158
2. 有機高分子化合物的性質	161
3. 合成有機高分子化合物的反應	167
4. 塑料	169
5. 合成橡膠	178
6. 合成纖維	182
7. 離子交換樹脂	187
8. 有機半導體	191

一、銅、鋅、鉛、錫

在已发现的 102 种元素中，大约有 80 种是金属元素，其中除了铁、铬、锰属于黑色金属外，其余的金属都属于有色金属。有色金属根据它们的特征，在工业上分为以下几类①：

- (1) 重金属：铜、锌、铅、锡等。
- (2) 轻金属：铝、镁等。
- (3) 贵金属：金、银、铂、钯等。
- (4) 稀有金属：锂、铍、锶、铈等。
- (5) 碱金属：钠、钾等。
- (6) 半金属：硅、硼、砷等。

有色金属种类很多，各种金属都有其独特性能，根据不同的性能，在生产中和日常生活中就有不同的用途，例如，铜的导电性很好，又能拉成细丝，可以用来制成电线和各种电工器材；铝和镁很轻，可以用于航空工业和交通运输业；铂耐腐蚀，可以制造化学实验器皿、电极，等等。有色金属的合金在机械工业中也得到广泛的应用。近年来，由于加强了对稀有金属及其化合物的研究和应用，更发现了它们具有许多极宝贵的性能，如耐高温、抗腐蚀、优良的性能和核子性能等，从而使稀有金属成为无线电工业、高级合金钢、火箭技术和原子能工业等方面必不可少

① 这种分类方法不是绝对的，有些分类方法把铂族元素列在稀有金属中，而把放射性金属从稀有金属中分出，列在一般有色金属中。

的材料。

旧中国的有色金属工业是很落后的，解放以前几十年中只能生产八种有色金属，而且絕大部分是古代就能生产的。解放以后，有色金属工业得到迅速的发展，现在已能生产几十种有色金属。有色金属工业虽然比解放前有了飞跃的进展，但是还不能完全满足国民經济各部門的需要。現在，我国有色金属工业，在保証必要的大型有色金属項目的建設以外，正在积极地建設地方中小型的有色金属企业，大力发展有色金属的“小洋群”和“小土群”企业。

在有色金属中，我們已經学习过輕金属和碱金属，以后还要学习稀有金属，在本章中只学习在电器工业和机械工业中有重要意义的几种常見的有色重金属——銅、鋅、鉛、錫。

銅、鋅、鉛、錫都属于有色重金属。它們的比重跟鉄相近，銅、鉛的比重大于鉄，鋅、錫的比重略小于鉄：

鉛	銅	鉄	錫	鋅
11.34	8.92	7.86	7.3	7.14

它們的熔点都比鉄低，特別是鉛和錫熔点很低，常用作易熔合金的成分。

鉄	銅	鋅	鉛	錫
1535°C	1083°	419°	328°	232°

除鋅外，銅、鉛、錫的化学性質都比鉄稳定，能耐空气、水和一般化学葯剂的腐蝕。

銅、鋅、鉛、錫在地壳中的儲量比鉄少。它們的矿石中金属含量也比較小，例如，工业上用来炼鉄的鉄矿石含鉄量一般在30%以上，而对銅矿來說，含銅在2%左右的矿石就已經是很好

的矿石了。銅、鋅、鉛、錫在自然界存在的另一特点是矿石中常常是許多金屬共生，形成多金屬矿。例如，在銅矿石中常含有鋅、鈷、鎳、金、銀等金屬，鉛矿中常含鋅、銅、銀、鈷、鎳等金屬。

由于銅、鋅、鉛、錫矿石的这些特点(其他有色金屬也相似)，因而它們的冶炼比炼鉄的过程要复杂。

銅、鋅、鉛、錫的冶炼过程通常分以下几个步骤：

1. 选矿：因为矿物含金屬量少，必須在冶炼前进行富集，通常用重力选矿、浮选等方法使金屬矿物和脉石分离(有时也能使不同金屬的矿物分离)制得精矿。

2. 冶炼：冶炼的方法分火法和湿法两种，銅、鋅、鉛、錫都可以用火法冶炼，銅和鋅还可以用湿法冶炼。某种金屬采用哪一种方法来冶炼要取决于当地資源、設備、生产技术等各种条件。

①火法冶炼：原理和高炉炼鉄近似，将矿石、焦炭和熔剂混和在炉内进行高温熔炼。利用空气中的氧气使硫化矿物变成氧化矿物，然后氧化矿物被一氧化碳还原制得金屬(例如錫)。或者生成的氧化物跟硫化物相互作用生成金屬(例如銅)。

②湿法冶炼：将矿物用化学药剂(如硫酸)浸出，制得金屬盐类的溶液，然后将溶液作为电解液进行电解，或者用較活动金屬来置換，例如用鉄置換溶液中的銅离子。

3. 精炼：由于矿石中所含杂质多，所以經初步冶炼所得金屬仍含有相当量的杂质，必須經過精炼制得較純金屬才能适应需要。精炼也分火法精炼(利用空气中氧气的氧化作用除去杂质)和电解精炼。

由于銅、鋅、鉛、錫的矿石中含有多种共生的有用金屬，因此在以上各步冶炼过程中，分离提取各种共生金屬，也就是綜合利

用各种有色金属矿物，对于全面合理地利用金属资源具有重要意义。

1. 銅

銅是一种很重要的有色金属，它在机器制造业、电力工业、国防工业、农业、运输业等的发展中起重要的作用。随着我国工农业生产的大跃进，对銅的生产也提出了更大的要求，銅的生产正在迅速发展。

銅位于周期表第一副族(同一副族还有銀和金)内，銅原子的各层电子数(由内向外)是 2, 8, 18, 1。虽然銅原子的最外层电子层跟碱金属一样都只有一个电子，但是銅跟碱金属的化学性质却很不相同。碱金属化学性质最活动，而銅的化学性质却不活动。

銅不仅不能象碱金属那样跟水发生反应，并且也不能从稀盐酸或稀硫酸里置换出氢来，只能跟具有氧化性的酸作用生成銅盐。銅通常也不受空气的锈蚀，只有在潮湿的空气里能逐渐生成碱式碳酸銅的薄膜(銅綠)。

銅在物理性质上也跟碱金属有很大的差别。銅具有很大比重，较高的熔点、沸点、导电率和导热率。

銅和銅副族其他元素跟碱金属的性质具有很大差异的原因是由于原子结构上的差别：①銅副族和碱金属元素原子的最外层电子层虽然都只有一个电子，但是它们的次外层结构不同，銅副族元素原子的次外层有 18 个电子，而碱金属原子的次外层除铯有两个电子外，其余都是 8 个电子。②銅副族元素的原子的半径比同一周期对应的碱金属原子的半径要小得多，例如，銅的原子

半徑是 $1.27\text{\AA}$ ^①，跟它同一周期內的鉀的原子半徑是 $2.36\text{\AA}$ 。銅的核電荷是 29，比鉀的核電荷 19 大得多，而銅的原子半徑又比鉀小，因此銅原子核對最外層電子的吸引力要比鉀的大得多。這就是銅原子的最外層電子和化學性較鉀穩定的緣故。另外，跟鹼金屬相反，銅副族金屬的化學活動性是隨原子量的增大而減小的（因為核電荷增加，原子半徑增加得較少）。這在其他副族元素中也有同樣的情況。

銅副族金屬比鹼金屬的比重大、熔點高等性質也跟它們的原子結構的差異有關。

雖然銅原子的最外層只有一個電子，但是它的次外層上有一個電子也很容易失去，因此銅可以形成一價和二價兩種化合物。二價的化合物是很穩定的，在一價銅的化合物中只有不溶的化合物如 CuCl 、 Cu_2O 、 Cu_2S 等才是穩定的，在溶液中 Cu^+ 很不穩定，容易變成 Cu^{++} 。

純銅有很好的導電能力，約等於銀的 93.1%。銅的導電能力雖小於銀，但價格比銀便宜，強度比銀大，所以銅在電器工業上就成為最重要的金屬材料。例如，發電機和電動機的轉子和定子、輸電綫路、電訊設備等都要用銅來製造。

由於銅容易傳熱，有一定的硬度和強度，對一般的化學藥品耐蝕力相當強，常用來製造酒精等有機工業上用的蒸餾鍋、冷凝器和各種管道等。

銅和許多金屬能製成合金，工業上最普遍使用的是黃銅和青銅。現將銅的重要的合金成分、性能、用途列表如下：

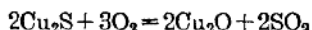
① $1\text{\AA} = 10^{-8}$ 厘米。

名称	除銅以外主要合金元素的組成%	性能	用途
黃銅	Zn 10—40%	耐蝕性和機械性能都很好, 由于成分不同, 有些可以鍛造, 有些可以鑄造。	制造精密儀器的零件、鐘表零件、彈壳、船舶的螺旋推進漿等。
錫青銅	Sn 2—11%	鑄造性能好、耐磨、耐腐蝕、硬度大。	高壓軸承、船舶上抗海水腐蝕的機件、各種水壓機、蒸汽機上的鑄件等。
鉛青銅 硅青銅	Al 5—10% Si 5% 左右	性能跟錫青銅相似, 在機械性能和鑄造性能方面超過錫青銅。	由于某些性能比錫青銅好, 價格又較低, 工業上已逐漸用作錫青銅的代用品。
鉍青銅	Be 2%	具有很好的強度、耐蝕性和耐磨性, 有很高的導電能力, 可以經過熱處理來增加強度和硬度。	制彈簧和各種機械零件。
白銅	Zn 20% Ni 15%	銀白色, 光澤美麗, 耐腐蝕, 硬度大。	作餐具、用具等。

銅的冶煉 銅在自然界有以單質狀態存在的, 但是主要以化合物狀態存在。重要的銅礦有黃銅礦(CuFeS_2)、輝銅礦(Cu_2S)、斑銅礦($3\text{Cu}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$)、赤銅礦(Cu_2O)和孔雀石 $[\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ 等。最常見的銅礦都是硫化礦物, 礦物中含銅量在2%左右, 另外還雜有鐵、鉛、鋅、金、銀和許多稀有金屬的礦物以及脈石等等。

銅礦石可以用火法或濕法冶煉, 在火法中又分許多方法, 我國目前主要採取了火法冶煉中的燒結機燒結——鼓風爐熔煉——轉爐吹煉生產系統。

选矿所得铜精矿烧结成烧结块或制成团矿，跟焦炭、熔剂一起加入鼓风机内熔炼得到冰铜(Cu_2S 、 FeS 和少量其他杂质的共熔体)。冰铜再放在转炉内吹炼，起以下反应：



所得粗铜再经过火法精炼和电解精炼，得到电解铜。

现将炼铜过程分步简述于下：

(1) 选矿和烧结：因为一般铜矿含铜量较小，在冶炼前都要经过选矿（通常用浮选法）。选矿后，精矿中含铜量可提高到12—20%。浮选后的精矿是细粒粉末状，鼓风机中风压很高，这种精矿粉末会被吹出或堵塞风路，所以在进行鼓风机熔炼前先经烧结或制团处理。烧结是利用精矿中部分硫化物燃烧，使精矿粉末部分熔化而互相结合成烧结块。制团是在精矿粉中加粘结剂并施一定压力，压制成团矿。

(2) 鼓风机熔炼：烧结块或团块进入鼓风机熔炼，鼓风机是一种圆形或长方形横截面的竖炉（如图1所示）。炉料由矿石（烧结块、团矿或

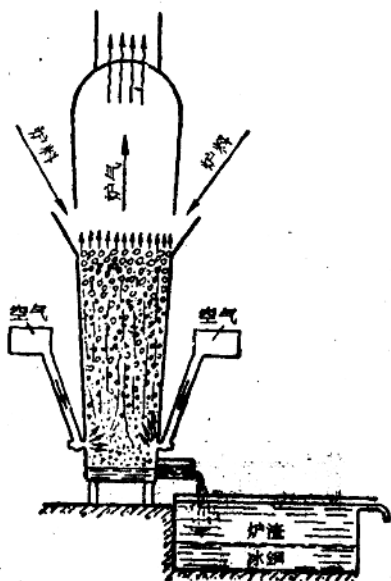


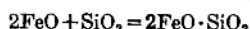
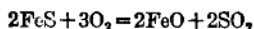
图1 鼓风机熔炼示意图

块矿)、熔剂(石英、石灰石)、燃料(焦炭)组成。炉料由炉子上部加入，炉子下端鼓入空气。铜精矿(主要含铜、铁、硫三元素)在高温下遇空气中的氧气发生燃烧，所含的一部分硫氧化生成二氧化硫放出。矿石本身受热熔

化形成冰銅以及炉渣（一部分鉄与熔剂生成炉渣）。冰銅和炉渣由炉底的出口放出，由于二者比重不同，冰銅沉在底层，炉渣浮在上面。

为什么要先将硫化矿物熔炼成冰銅呢？因为如果把燒結矿或团块直接熔炼成粗銅，会有大量的銅进入渣里，而所得的粗銅中含杂质也較多（3% 以上），增加精炼的困难，所以经过冰銅阶段再炼成粗銅是比较經濟的。

(3)轉炉吹炼：将熔融的冰銅注入轉炉（构造与煉鋼轉炉相似）进行吹炼。这时硫和鉄被氧化，硫变为二氧化硫，随炉气排出，鉄氧化为氧化亚鉄跟加入轉炉的石英造成渣。



鉄氧化完全后，炉里主要剩下 Cu_2S ，繼續吹炼，得到粗銅。

粗銅仍含有 2% 左右的杂质（Zn、Ni、Fe、Pb、Au、Ag、As 等），性質很脆，不适合工业上应用。必須进一步精炼，除去杂质，并提取貴金属。精炼可用火法或电解法进行，为了提高銅的純度，往往先用火法精炼，再用电解法精炼。

(4)反射炉精炼：火法精炼在精炼反射炉中进行，反射炉是一种臥式的炉子，它的加热方式和原理跟煉鋼平炉相似。图 2 是燃燒块煤的反射炉示意图。块煤在燃燒室燃燒，火焰从炉頂反射到炉膛內炉料上。除了燃燒块煤外，反射炉也可用煤粉、重油、煤气或天然气供热。这时，炉內沒

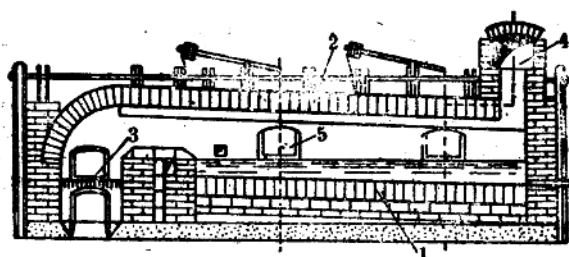
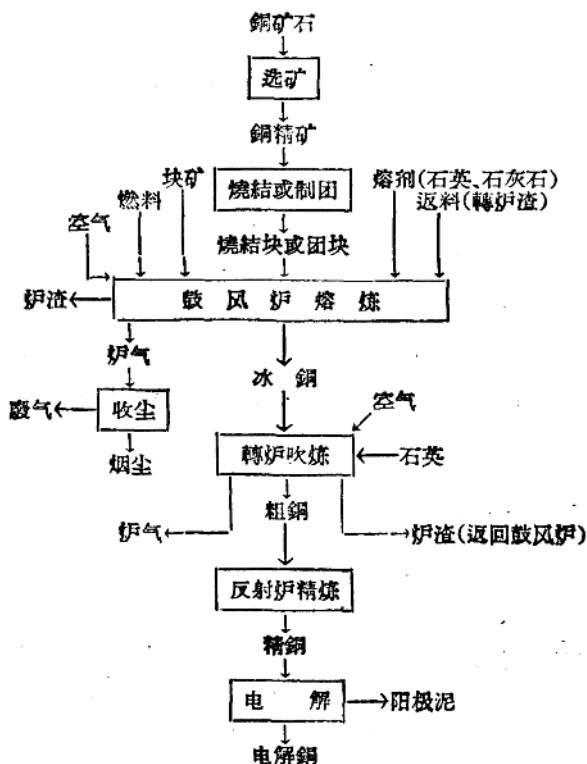


图 2 精炼反射炉示意图

1. 炉底 2. 炉頂 3. 块煤燃燒室 4. 烟道 5. 操作口

有燃烧室，在炉壁上装有喷嘴，燃料与空气由喷嘴喷射入炉而燃烧。精炼是利用空气使熔融的粗铜中的杂质氧化而除去。氧化期中一部分铜氧化成 Cu_2O ， Cu_2O 溶解在铜里，与杂质作用放出氧使杂质氧化。被氧化的杂质一部分成渣，一部分挥发。最后将熔融铜中的剩余 Cu_2O 还原即得到精铜。

精铜还含一些贵金属(Au、Ag、Pt等)和少量其他杂质(Ni、Zn、Fe等)。它们对铜的某些性能(如导电性)有很大影响，需要用电解法再次精



鼓风炉法炼铜的流程图

炼才能适应电器、电机、无线电等工业要求。

(5) 电解精炼: 电解精炼在电解槽中进行。将火法精炼的精铜铸成阳极板, 另外用纯铜制成阴极板, 槽内盛硫酸铜和硫酸组成的电解液。电解时, 精铜从阳极板上溶解, 而铜在阴极板上沉积。沉积在阴极板上的铜称做“紫铜”或“电解铜”。阴极板中的杂质一部分溶解进入电解液(如Fe、Ni等)一部分不溶解, 由阳极落下集于槽底的阳极泥里。

现行鼓风炉法熔炼铜的流程列表如前页。

我国人民长久以来, 在冶炼铜和制造铜器方面都有优良的技术。1939年出土的3000多年前的殷代“司母戊”大方鼎重达700公斤, 可见当时铸铜技术已达很高水平。殷周时期能制作不同成分的青铜, 到秦汉以后, 制出了铜镍合金——白铜和铜锌合金——黄铜。在公元二世纪发现了铁对铜的置换作用, 宋代已较大规模地从胆矾用铁置换制铜来铸造钱币, 是湿法炼铜的很早应用。

我国有丰富的铜矿资源, 仅最近几年的勘探, 已在西南、西北、东北等地发现储量丰富、品位很高的铜矿床, 为发展炼铜工业提供了有利保证。我国已经开始在许多新的原料基地上建立起完全近代化的炼铜企业。同时在党的一整套“两条腿走路”的方针指导下, 各地大办中小型炼铜厂, 使铜的产量、质量每年都有很大的提高。

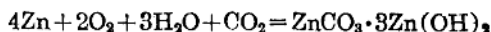
习 题

1. 铜在地壳中的含量较铁、铝、镁等少得多, 为什么人类最早用来制作工具金属材料是铜?
2. 把炼铜的过程和设备跟炼铁炼钢的过程和设备比较一下, 有哪些地方相似, 哪些地方不同?
3. 说明用电解法精炼铜时, 电解槽内的电解过程。

2. 鋅

鋅的性質和应用 鋅位于周期表第二類副族元素（鋅副族还包括鎘、汞）中。鋅原子的各电子层上的电子分布是 2, 8, 18, 2（从內向外）。鋅和鋅副族元素虽然跟碱土金属位于同一类中，而且最外层电子数都是 2，但性質也有很大差异。鋅副族沒有碱土族化学性質活动，但比銅副族金属的活动性要大些。鋅副族元素跟銅副族一样，随着原子核电荷的增加活动性降低。在鋅副族中鋅是化学活动性較强的金属，在反应中鋅容易失去电子生成 Zn^{++} 。因此在工业上用鋅制作干电池的阴极，用于金和銀的提炼，也用在有机合成中作还原剂。

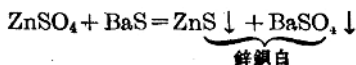
鋅在空气中表面生成一层氧化鋅和鹼式碳酸鋅的薄膜，可以保护內层金属不繼續受腐蝕。



由于鋅的活动性强又能生成保护膜，用它鍍在鉄板表面可以防止鉄的电化锈蝕和化学锈蝕。

鋅也可以制成种种合金（如黃銅）。

鋅的化合物都是二价的，它們的应用也很多，如氧化鋅（ ZnO ）用作橡膠的填料；硫酸鋅（ $ZnSO_4$ ）用于制电解鋅，还用于医药；氯化鋅（ $ZnCl_2$ ）作木材（如鉄道枕木）的防腐劑，并用作藥（除锈）；硫化鋅（ ZnS ）是很好的白色顏料，在空气中不变顏色，它和硫酸鋇的混和物叫做鋅鋇白，是一种优良白色顏料，可由下面反应制得：



鋅的冶煉 鋅的主要礦石是閃鋅礦 (ZnS) 和菱鋅礦 (ZnCO_3)。我國的鋅礦一般與鉛礦共生, 稱為鉛鋅礦, 產地遍布很多省。

鋅礦石可用火法或濕法冶煉, 這兩種方法目前我國都有採用。現在簡述冶煉的原理。

(1) 火法煉鋅: 用碳來還原鋅礦石, 利用鋅的沸點低 (907°C), 加熱容易變成蒸氣, 再將蒸氣冷凝而得鋅, 所以又叫蒸餾法。

將鋅精礦 (ZnS) 焙燒成氧化鋅, 然後把它跟還原劑 (煤粉) 混和, 裝入耐火陶土製蒸餾罐中 (見圖 3), 罐外加熱到 1200°C — 1300°C , 氧化鋅還原成鋅:

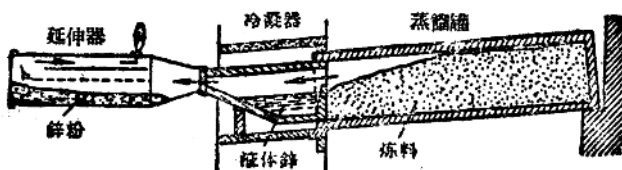
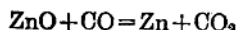


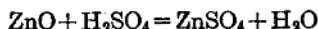
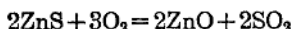
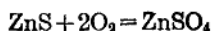
圖 3 蒸餾鋅裝置圖

鋅成蒸氣狀態從蒸餾罐逸出, 在冷凝器中得到粗鋅。粗鋅含鋅 98%, 可用分餾或電解法加以精煉。

(2) 濕法煉鋅: 利用硫酸浸出礦中的鋅, 然後電解硫酸鋅溶液而提取鋅。由於濕法煉鋅的純度高, 礦石的回收率較高, 消耗的勞動力較少, 工作的條件好 (廠房的溫度低), 當有廉價的電力時成本也不高, 因而濕法煉鋅在近年來得到較快發展。

先在 700°C 左右焙燒鋅精礦, 將硫化鋅焙燒成氧化鋅和硫

酸鋅，再用硫酸浸出：



浸出液過濾，濾液送往電解槽提取金屬鋅，濾渣中還含有 Zn、Cu、Ni、Cd、Co 等金屬，有時還含貴金屬，根據濾渣成分進行處理提取。

在電解槽中用純鉛板作陽極、純鋅板作陰極，浸出的鋅溶液作電解液，通入電流，溶液中的鋅離子在陰極放電，鋅沉積在陰極上。沉積達一定厚度時，取出陰極剝下鋅片。再將此鋅片鑄成錠，就是電解鋅，純度可達 99.99%。

習 題

1. 比較火法煉鋅和高爐煉鐵，二者有什麼相同的地方，有什麼不同的地方？根據鋅和鐵性質的不同來說明為什麼有這些相同和不同之點。
2. 根據濕法煉鋅的原理，設想如何用濕法來煉銅。

3. 鉛

鉛位於周期表第四類碳族元素中，鉛原子的外層電子分布是 2, 8, 18, 32, 18, 4。鉛的化學性質比較穩定，能生成 4 價和 2 價化合物。

鉛的導熱性和導電性都很小，它的導電能力還不到銀的導電能力的 $\frac{1}{10}$ 。鉛含的雜質量若很少時是很柔軟的，在室溫時就很容易壓成薄片。

鉛在常溫時在乾燥的空氣中不易被氧化，在潮濕的空氣中