

中等專業學校教學用書

农林性質專業適用

化 學

(試用本)

下 冊

李友泰等編

高等教育出版社

本書是由高等教育部中等專業教育司組織中等农林學校化学教師李友泰、龐伯龍、趙廷華、韓廣智、范欽堯、袁志豪、徐子斌等同志，根據中等專業學校农林性質專業適用的化学教學大綱(240學時)集體編寫的，可作中等农林性質專業化学課的教學用書，也可供其他性質各專業和中級農業工作者作為參考。

全書分上、下兩冊出版。上冊包括緒論至第十一章；下冊包括第十二章至第二十七章。化学實驗另以單行本發行。

农林性質專業適用
化 學
(試 用 本)
下 冊

李友泰等編

高等教育出版社出版 北京琉璃廠170號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第034號)

商務印書館上海廠印刷 新华書店總經理

統一書號 13010·346 開本 850×1168 1/32 印張 6 15/16 字數 169,000 (7號 1—10,000)
1957年10月第1版 1957年10月上海第1次印刷 定價(8) 0.80

前 言

本書是根据高等教育部批准的中等專業学校农林性質專業适用的化学教学大綱(240 小时)編写的化学教学用書。全書共分上、下兩册:上册包括緒論至第十一章,下册包括第十二章至第二十七章。化学实验另以單行本出版。

在中等專業学校中,化学这門課的目的,首先是給学生以一定的系統的化学基本知識,其次是結合專業教給学生一些与專業密切有关的化学知識。本書在結合專業方面是通过重点說明、举例、習題及补充材料等方式进行的;在編排方面,有些内容应結合学生水平和專業性質,适当参考,这些内容采用小体字排印,以資識別。为了很好地貫徹教学大綱的要求,希教师同志們根据教学大綱,并結合各校和各專業的具體情况,对本書内容加以灵活运用。

由于出版時間倉促,本書中难免有不少的缺点存在,希各地中等專業学校教师和本書讀者随时提出意見(意見請寄北京高等教育出版社轉),以便再版时修正。

在本書編修过程中,承曾昭掄副部長在百忙中审閱指导,同时各地教师提出很多寶貴的意見,对我們的帮助很大,讓我們在这里一并致以深切的謝忱。

編 者 1957 年 3 月

下 册 目 录

第十二章 金屬总論

第一节 金屬在元素周期表中的位置 和金屬的原子結構.....	235	第五节 金屬的銹蝕和防銹法.....	242
第二节 金屬的物理性質.....	235	第六节 自然界中的金屬.....	244
第三节 金屬的化学性質.....	238	第七节 冶煉金屬的一般方法.....	245
第四节 合金.....	240	复習題.....	240
		習題.....	240

第十三章 碱金屬

第一节 鈉和鉀.....	251	第四节 碱金屬的通性.....	261
第二节 鈉的化合物.....	255	复習題.....	262
第三节 鉀的化合物.....	260	習題.....	263

第十四章 碱土金屬

第一节 鎂和它的化合物.....	265	第四节 碱土金屬的通性.....	274
第二节 鈣和它的化合物.....	268	复習題.....	275
第三节 硬水和它的軟化.....	272	習題.....	276

第十五章 鋁

第一节 鋁.....	277	复習題.....	284
第二节 鋁的化合物.....	281	習題.....	284

第十六章 銅、汞、鉍、銻

第一节 銅和汞.....	287	复習題.....	292
第二节 鉍和銻.....	289	習題.....	292

第十七章 鐵

第一节 鐵的性質和鐵的鹽類.....	294	第四节 煉鐵和煉鋼.....	298
第二节 鐵的合金.....	296	第五节 我国的鋼鐵工業.....	303
第三节 自然界中的鐵和它的主要矿 石.....	297	复習題.....	305
		習題.....	305

第十八章 有机化合物总論

第一节 有机化学的意义.....	307	第三节 同分异构現象.....	310
第二节 有机化合物的特点.....	310	第四节 布特列洛夫的化学結構学說.....	311

第五节 有机化合物的化学式.....	313	习题.....	318
复习题.....	318		

第十九章 烴

I 鏈烴.....	319	第一节 环烷烴.....	344
第一节 饱和烴(烷烴).....	319	第二节 芳烴.....	345
第二节 石油.....	328	第三节 煤的干馏.....	350
第三节 不饱和烴.....	332	III 有机化合物的分类 基和官能团.....	352
第四节 橡膠.....	341	复习题.....	354
II 环烴.....	343	习题.....	355

第二十章 醇酚醚

第一节 醇.....	357	复习题.....	370
第二节 酚.....	366	习题.....	370
第三节 醚.....	368		

第二十一章 醛酮

第一节 醛.....	372	第四节 醛、酮的化学性質.....	377
第二节 酮 丙酮.....	375	复习题.....	380
第三节 醛、酮的分子結構.....	376	习题.....	381

第二十二章 有机酸

第一节 甲酸.....	382	第五节 其他重要的有机酸.....	387
第二节 乙酸.....	383	复习题.....	393
第三节 有机酸的分子結構.....	384	习题.....	393
第四节 有机酸的化学性質.....	385		

第二十三章 酯、油脂

第一节 酯.....	394	复习题.....	404
第二节 油脂.....	397	习题.....	405

第二十四章 碳水化合物

第一节 碳水化合物的意义和分类.....	406	第五节 碳水化合物的分布和它在植物体内的形成.....	416
第二节 單糖.....	407	第六节 碳水化合物的代謝.....	417
第三节 二糖.....	410	复习题.....	417
第四节 多糖.....	412	习题.....	418

第二十五章 硝基化合物 胺

第一节 硝基化合物.....	419	复习题.....	427
第二节 胺.....	423	习题.....	428

第二十六章 蛋白質

第一节 蛋白質的存在和元素組成.....429	第五节 蛋白質与营养.....439
第二节 氨基酸.....430	复習題.....441
第三节 蛋白質的分类.....435	習題.....441
第四节 蛋白質的性質.....436	

第二十七章 維生素 激素 植物鹼

第一节 維生素.....442	第三节 植物鹼.....447
第二节 激素.....445	复習題.....451

主要参考書

第十二章 金屬总論

第一节 金屬在元素周期表中的位置和 金屬的原子結構

金屬在元素周期表內，主要位于每个周期的前部（見圖 57）。如果按照类次来看，第 I 类、第 II 类、第 VIII 类、第 III 类硼以下、第 IV 类主族硅以下、第 V 类主族砷以下、第 VI 类主族碲以下以及所有的副族中的各元素都是金屬。

已知的金屬元素大約有 70 种（不包括近年来人工方法制成的元素），約占地壳总重量的 23%。

第 1、2、8、三个周期內的金屬原子結構見圖 69。（其他的金屬原子結構可參閱附录）。金屬的特征是它的原子的最外層电子数少于非金屬原子的最外層电子数。典型的金屬原子不能結合外来的电子。

金屬原子比較容易失去电子而变成帶正电荷的离子（正离子）这是一切金屬的特征。这个特征不但表現在金屬的化学性質上，而且表現在它的物理性質上。

第二节 金屬的物理性質

1. 导电性和导热性 当电流通过金屬导体时，金屬原子不会移动。但是因为金屬具有自由电子，这些自由电子受到微量的电势差的影响，就会移动位置，所以金屬特別容易导电。另外，在金屬的某一部分由于受热而获得的能量，借助于自由电子就能迅速地傳到鄰近的金屬原子和正离子（脫落了电子的金屬原子），以至于整塊金屬，所以金屬善于导热。因为金屬的导电性和导热性都

决定于同一原因,所以金属导电性强的,其导热性也强。最好的导体是银和铜,其次是金、铝、铁,最差的是铅与汞(圖 95)。

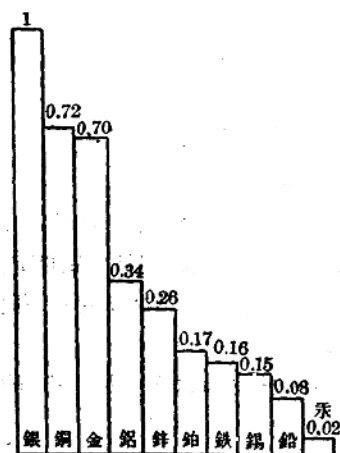


圖 95. 金属导热性的比較圖解。

2. 延展性和色澤 金属

有延展性,这也是金属的特征,但各种金属的延展性并不一样,下面是几种常見金属的延展性由弱到强的排列順序:

铁、鋅、鉛、錫、銅、鋁、銀、金。

因为金属有延性,所以能抽成細絲,例如,我們可以抽成直徑只有百分之几毫米的銅絲,也可以制成直徑可达0.015毫米的鎢絲(电灯泡內的鎢絲)。

因为金属有展性,所以能压成薄片,例如金能展成厚度只有0.003毫米的金箔。

金属的延展性随着温度的升高而增强;所以許多金属的加工都須在爆热的状态下进行(例如制鉄軌压鋼板等)。

少数金属(如銻、鉍、錒等)具有脆性,沒有延展性,这些金属一經敲打就碎成小塊。

当金属具有致密而平滑的表面时,它們都具有特殊的光澤。金属的光澤是因为它們的反光力很强所造成的。金属的反光能力和它們的导电性与导热性是一致的,金属的导电性与导热性越好,那么它的反光力越强。

金属有各种不同的顏色。在工業生产上为了便利起見,把金属分成黑色金属和有色金属兩类,前者指鉄、鉻、錳和鉄的合金;后者指其余一切金属。

3. 比重 大多数的金属的比重比水大,只有鈉、鉀、鋰的比重

比水小(見圖 96)。按照金屬比重的大小,可以把金屬分為輕金屬和重金屬兩類。比重小於 5 的叫輕金屬,比重大於 5 的叫重金屬,比重最大的金屬是鐵,它的比重是 22.5。

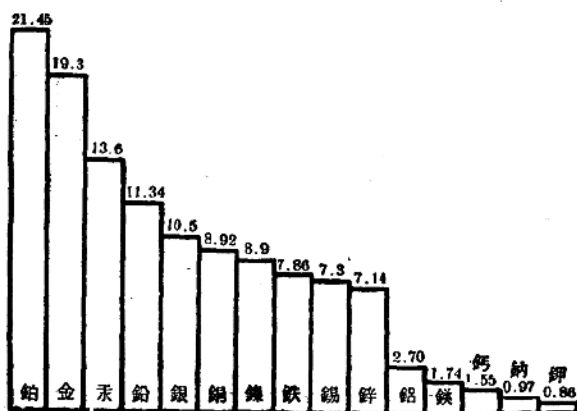


圖 96. 金屬的比重。

4. 硬度 各種金屬的硬度差別很大(見圖 97), 其中最軟的是鉀和鈉(用小刀很容易切開), 其次是鉛和錫, 最硬的是鉻。鉻的硬度僅次於金剛石, 能刻劃玻璃。

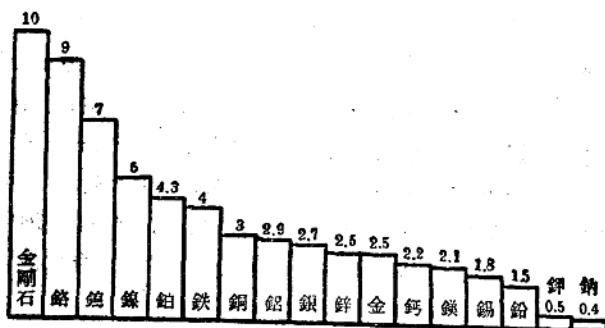


圖 97. 金屬硬度和金剛石硬度的比較。

5. 熔点 各种金屬的熔点差别很大(見圖 98), 汞在 -39°C 时熔化; 在通常狀況下, 汞是液态的。汞以外的一切金屬, 在通常狀況下, 都是固体; 其中許多金屬的熔点都在 1000°C 以上。熔点最高的是鎢, 它的熔点是 3370°C , 所以用鎢做电灯泡里的灯絲。

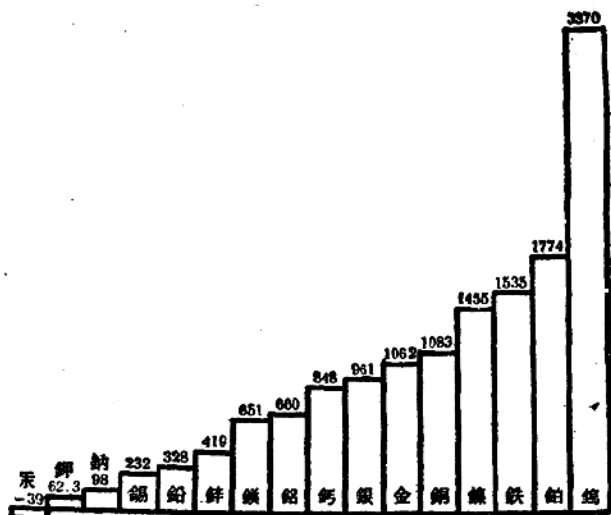


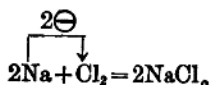
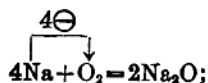
圖 98. 金屬的熔点($^{\circ}\text{C}$)。

第三节 金屬的化学性質

在化学性質方面, 金屬和非金屬不同, 因为非金屬原子能失去电子, 也能結合电子, 而典型的金屬原子却只能失去电子。在大多数場合下, 金屬原子極容易失去电子(价电子)而变成正离子。

金屬原子失去电子的难易, 决定着那种金屬化学活动性的强弱, 容易失去电子的金屬, 化学活动性較强。利用金屬活动性順序表(見本章末附表), 很容易比較出各种金屬失去电子能力的强弱。在表中排在左面的金屬原子比排在右面的金屬原子容易失去价电子。

我們知道，原子失去电子的作用叫做氧化，引起氧化作用的物質叫做氧化剂。非金屬原子能結合电子，所以起氧化剂的作用，如果非金屬原子夺取电子的能力越大，所起的氧化作用也就越强。最强的氧化剂是氧和鹵素，因此在大多数情况下，金屬和氧或鹵素能直接化合：



位于金屬活动性順序表最左面的几种金屬（鉀、鈉、鈣），極容易失去电子，化学活动性最强，在通常狀況下就能和氧化合。位于金屬活动性順序表右端的几种金屬（銀、鉑、金），很难失去电子，化学活动性極弱，即使在熾热状态下也不和氧化合。

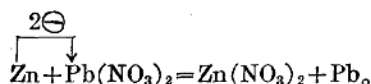
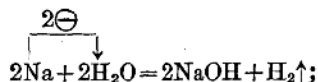
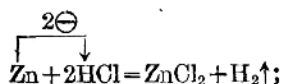
金屬在氧化时反应的强弱程度有很大差别，例如，当鉀、鈉、鈣、鎂等活动金屬和硫混合加热时会發生爆炸（反应剧烈）而銅、汞等不活动金屬就不会这样，鉀和溴反应时会發生爆炸，鋁也能在溴中燃燒，而鉑和金必須以王水处理才能得到氯化物。

关于金屬和氧、硫、鹵素化合的情况，我們可以得到下面的結論：

- （1）除銀、鉑、金以外，其余的金屬都能和氧化合。
- （2）除金以外，其余的金屬都能和硫化合。
- （3）所有金屬都能和鹵素化合。

我們知道，原子結合电子的作用叫做还原，引起还原作用的物質叫做还原剂。因为金屬原子能失去电子，所以在化学反应中它起着还原剂的作用。在金屬从酸或水中置换出氫气和从鹽內把不活动金屬置换出来的反应中，金屬就是还原剂。

例如：



关于金属和酸、水、盐作用的情况，我们可以这样总结如下：

1. 在金属活动性顺序表内，位于氢左面的金属都能从酸里把氢置换出来；位于氢右面的金属不能置换出氢，因为这些金属原子比氢更难失去电子，它们只能和具有氧化性质的含氧酸（如硝酸）发生反应。如果用的是无氧酸（如盐酸）就完全不起反应。

2. 在金属活动性顺序表内，位于氢左面的金属都能从水里把氢置换出来。像钾、钠那样极活动的金属，在通常状况下就能从水里置换出氢，但位于氢左面而不太活动的金属，只有在高温下才能从水里置换出氢。

3. 在金属活动性顺序表内，凡位于左面的金属都能把它右面的金属从它们的盐（或氧化物）里置换出来。

第四节 合金

工业生产上所用的金属，绝大多数不是纯净的金属，而是合金；合金是把若干种金属或金属和非金属加热熔合而制得的。

合金的种类很多，它们的结构也很复杂，根据合金的结构，可将它们分为三大类：

1. 化合物状态的合金，例如：金和锌的合金（ AuZn 、 AuZn_2 等），铜和锡的合金（ Cu_3Sn ）等。

2. 固溶体状态的合金，例如：金和银的合金，镍和铜的合金等。

3. 机械的混和物状态的合金,例如:錫和鉛的合金(焊錫),鉛和錫的合金等。

應該指出,这样的分类并不是很严格的,因为許多合金常常不是这三类中的純淨的單一状态。

合金的性質和組成合金的純淨金屬的性質有显著的區別,特别是它們的熔点有着明显的变化。一般說来,固体物質內如果混入杂质,它的熔点就会降低;所以合金的熔点通常低于純淨的金屬,例如焊錫远較鉛或錫易于熔化。通常可以把若干种金屬按适当比率配制成一种合金,使它的熔点比它所含的任何一种金屬都低。

这种特性可以用焊錫(通常用来焊接鉄器、銅器,以及其他金屬器皿)作例子來說明。焊錫是一分鉛和兩分錫的合金。鉛的熔点是 328°C , 錫的熔点是 232°C , 但是焊錫在 181°C 时就能熔化了,也就是說:这种合金的熔点比錫或鉛的熔点都低。由鉍、鉛、錫、鎢按照一定比率制成的武德合金(見后面的表)其熔点为 65°C 。

工業生产上通常应用的一些合金的成分中,不但含有若干种不同的金屬,并且还含有非金属,例如碳和硅等等。

如果金屬內混入一些其他物質,即使分量很少,也能大大地改变那种金屬的性質。混入的物質能使金屬內的自由电子移动困难,因而使那种金屬的导电性和导热性减弱,合金的导电性和导热性常較其原料金屬为低,就是这个道理。另外,混入的物質在那种金屬受到机械作用时,还能使金屬的原子和正离子移动困难,因而增加了金屬的硬度,許多合金的硬度都較其原料金屬的硬度为高,就是这种道理,例如,黃銅是銅和鋅的合金,它的硬度比銅或鋅都大。堅鋁是鋁和銅等的合金,它具有几乎和鋼一般的硬度。

我們可以制出不同物理性質和不同化学性質的各种合金,大大地改进了金屬在技术利用上的可貴性質,所以合金在国民經济

上具有重大的意义。

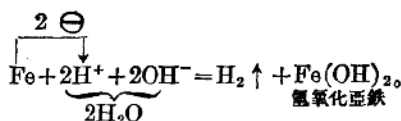
下面表中是工業上最重要的几种合金：

种 类	成 分	性 质	用 途
黄 銅	Cu 60%, Zn 40%	硬度比銅大	制造仪器、机器零件、日用品
青 銅	Cu 90%, Sn 10%	硬度比銅大, 机械性質强	制造轴承、齿轮
白 銅	Cu 68%, Ni 27%, Zn 20%	硬度比銅大	制造器皿
坚 鋁	Al 93—94%, Cu 2.6—5.2%, Mg 0.5%, Mn 0.2—1.2%	坚硬、輕	制造飞机、飞艇
焊 錫	Sn 63%, Pb 37%	熔化时易附着在金屬表面上	焊接金屬
轴承合金	Sn 或 Pb, 加入 Sb 10—16%, Cu 2—5% 和少量鈣	摩擦不易耗損	制造轴承
鎳鉻合金	Ni 80%, Cr 20%	电阻大、高温下不易氧化	制电阻絲
电子合金	Mg 80% 以上, Al 2—10%, 少量的 Zn、Cu、Sn、Mn 等	比重小、坚固	用于航空及汽車工業
武德合金	Bi 50%, Pb 25%, Sn 12.5%, Cd 12.5%	熔点很低	制造保險絲
印刷用合金	Pb 75—90%, Sb 10—25% 和少量 Sn	凝固时略有膨胀, 易熔, 坚硬	制造鉛字

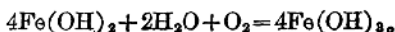
第五节 金屬的銹蝕和防銹法

大多数金屬在空气和水等的作用下就会發生化学反应而使金屬破坏, 这种过程就叫做金屬的銹蝕。許多金屬制品, 特別是鉄制品, 銹蝕后就完全不能使用; 这就使国民經济受到巨大損失。人們經多方面的研究, 才找出了金屬銹蝕的原因和防止銹蝕的方法。

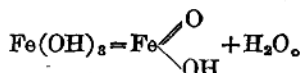
金屬的銹蝕是金屬原子失去电子变成了离子, 而金屬由游离态变成化合态的过程——氧化。例如鉄受潮湿的空气作用时, 电子就离开鉄原子而轉移到水內所含微量的氫离子上。



有水存在时，氫氧化亞鐵又被空气中的氧氧化成氫氧化鐵：



氫氧化鐵又放出水：



普通我們所看到的鐵銹的成分，和 $\text{FeO}(\text{OH})$ 很相似，也常常写成 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的形式。

当空气中含有相当多的 CO_2 、 H_2S 、 SO_2 、 HCl 等物質时，銹蝕的作用便更剧烈。我們知道銅是不活动的金屬，如果在空气中含有較多的水蒸汽和二氧化碳的时候，便会使銅器表面生出一層綠銹，这層綠銹的成分是碱式碳酸銅 $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ ，有剧毒，所以銅制的食器（鍋、水壺等）内部都要鍍一層錫来保护。

鹽类溶液也能引起严重的銹蝕作用。例如，碼頭的水底设备的破坏，輪船身及螺旋槳的銹蝕等，都是由海水所引起的銹蝕現象。另外金屬中含有雜質也会促进銹蝕作用。例如，化学純淨的鐵完全不受潮湿空气的作用；而普通鐵因为含有雜質的緣故却極易生銹。

金屬銹蝕的难易程度和它們在金屬活动性順序表上的位置有关。就是說，金屬活动性順序表上越靠左面的便越容易銹蝕；反之，越靠右面的便越难銹蝕。

但是，金屬表面上所生成的化合物（銹）的性質对于能否保护金屬制品来講，关系很大。我們知道鋁、鋅在活动性順序表上位于鐵的左面，但实际上它們的抗銹蝕力却比鐵强。鐵的表面生成的銹是一層不牢固而且非常疏松的物質，所以内部的鐵会繼續銹蝕以至于完全毀坏；而鋁、鋅就不是这样，它們的銹蝕仅仅在表面上形

成很薄的而且很坚实的氧化層；能够阻止銹蝕作用繼續深入內部，因此，鋁、鋅較鐵難銹蝕。通常应用鋅鍍在鐵的表面上來防銹就是这个道理，鍍上一層鋅的叫做鍍鋅鐵，俗稱白鐵。同樣道理在鐵表面鍍一層錫的鍍錫鐵，又叫馬口鐵也不易銹蝕。鎳、鉻、鉛也有很大的防銹能力，所以鐵器上，也可以鍍鎳、鉻或鉛來保護。

為了防止金屬制品受空氣和水分的作用，最普遍的方法是塗上一層油漆，象機器的零件，鐵皮屋頂、工業與鐵道運輸上的鋼鐵結構等，常常塗油漆來保護。另外復以珐琅、橡膠或絕緣膠木等亦能保護金屬免于銹蝕。

對金屬的表面施行各種特殊方法加工，也能減低銹蝕作用，例如將金屬表面磨光就會減弱空氣和水對它的銹蝕作用。

近年來已經制得一種不會生銹的鐵的合金，就是工業上廣泛应用的不銹鋼（鋼內加入鉻、錳、鎳）。在機車、渦輪機、拖拉機等的金屬零件的制造上，尤其是在化學器具的制造方面，不銹鋼的價值特別重大。

前面已經談過， CO_2 、 SO_2 、 HCO 等物質能促進金屬的劇烈銹蝕，就是因為金屬在酸中溶解的緣故。所以減低金屬在酸里的溶解度，也是一個重要問題，現在蘇聯科學家在這個問題的研究上已獲得了很大的成績，他們用合成方法制得了許多物質，這些物質能使某些金屬及其合金幾乎不溶于酸內，大大地減緩了酸類對於金屬的銹蝕。這些物質就是所謂“阻化劑”^①

第六節 自然界中的金屬

金屬在自然界的存在，和它們的化學性質有密切的關係。不能和氧直接化合的金屬如金和鉑是以游離狀態存在于自然界中的（游離的銀、汞和銅在自然界存在很少）。其他金屬，絕大多數是以

^① 阻化劑的種類很多，其中在防止酸類腐蝕的阻化劑中，最重要的有脂肪族胺類和芳香族胺類。

化合物状态存在于自然界中，在自然界呈游离状态产出的金属，叫做天然金属。含有金属或金属化合物的岩石，可做为工业上提炼金属的叫做矿石。

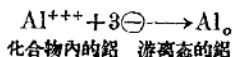
在自然界中，轻金属主要形成氯化物、硫酸盐、磷酸盐或碳酸盐，重金属主要形成氧化物与硫化物。某些轻金属的矿石也有氧化物，例如，最重要的铝矿石——铝矾土就是含水的氧化铝 $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ 。

我国的矿藏是非常丰富的。如东北、河北、湖北等地的铁矿，云南的铜矿和锡矿、湖南的锰矿、铅矿和镉矿、江西的钨矿等等，蕴藏量都很丰富，其中镉矿和锰矿的产量，都居世界第一位。但是在解放以前这些地下的富源都没有调查清楚，中华人民共和国成立后，在国民经济恢复的基础上，开始了第一个五年计划建设，全国各地普遍地进行地质勘测，在劳动人民的努力和苏联专家的热诚帮助下，短短的时期内已发现了许多丰富的宝贵的矿藏，例如西北白银厂的铜矿，湖北大冶附近的锰铁矿、西南四川盆地的锡、铜、锰等金属矿藏。这些矿藏的不断发现和开采，无疑地将使祖国的社会主义建设事业的迅速发展得到有力的保障。

第七节 冶炼金属的一般方法

冶炼金属就是把金属从它的化合物中提炼出来，实质上就是使金属离子结合足够的电子变成原子的过程——还原。

例如，提炼金属铝时：



金属原子丢失电子的难易程度不同，相对的，金属离子获得电子的能力也是不相同的。在金属活动性顺序表中，难于失去电子的金属（如金、铂、银），它们的离子很容易获得电子。容易失去电子的金属（如钾、钠）所形成的离子，则不容易获得电子。根据金属离