

鐵路工廠職工教材

高中化學

下冊

鐵路工廠職工教材編輯工作組編



人民鐵道出版社



鐵路工厂职工教材

高中化学

下册

鐵路工厂职工教材編輯工作組編

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第010号

新华書店發行

北京市印刷一厂印

書号1390 开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印張 $8 \frac{1}{2}$ 字数187千

1959年5月第1版

1959年5月第1版第1次印刷

印数0.001—8,500册 定价(4)0.45元

統一書号: K7043·64

目 录

第十四章 金屬通性	1
104. 金屬在元素周期表里的位置	
金屬的原子結構	1
105. 金屬的物理性質	2
106. 金屬的化学性質 金屬活动性順序	6
107. 氧化-还原反应	11
108. 金屬的机械性質及工艺性質	14
109. 金屬的銹蝕	17
110. 金屬防止銹蝕的方法	20
111. 冶煉金屬的一般方法	24
112. 合金	28
第十五章 碱金屬	35
113. 碱金屬在元素周期表里的位置及其原子結構	35
114. 鈉和鉀的物理性質和化学性質	36
115. 鈉和鉀的存在、制法及用途	40
116. 鈉和鉀的氧化物	44
117. 鈉和鉀的氫氧化物 氫氧化鈉的工業制法	46
118. 鈉鹽和鉀鹽	51
119. 鈉鹽和鉀鹽的鑑別法(焰色反应)	58
120. 碱金屬的通性	58
第十六章 碱土金屬	61
121. 碱土金屬在元素周期表里的位置	
及其原子結構	61
122. 鎂	62
123. 鎂的化合物	65

124. 鈣	68
125. 鈣的化合物	70
126. 硬水及其軟化	74
127. 碱土金屬的通性	77
第十七章 鋁	80
128. 鋁在元素周期表里的位置及其原子結構	80
129. 鋁的物理性質和化学性質	81
130. 鋁的用途	85
131. 鋁的化合物	87
132. 自然界里的鋁	91
133. 鋁的冶煉法	92
第十八章 鐵	97
134. 鐵在元素周期表里的位置及其原子結構	97
135. 鐵的物理性質及化学性質	98
136. 鐵的化合物	100
137. 鋼和鐵的區別	104
138. 生鐵冶煉的原材料	105
139. 生鐵的冶煉	107
140. 生鐵的鑄造	111
141. 碳、硅、錳、硫、磷对生鐵性質的影响	113
142. 生鐵的分类	116
143. 鋼的冶煉	118
144. 碳、硅、錳、硫、磷对鋼的性質的影响	125
145. 鋼的分类及用途	126
146. 鋼的热处理	130
147. 鋼的化学热处理	132
148. 几种特殊处理所获得的鑄鐵	134
第十九章 其他几种重要金屬	138

第二十章 有机化合物总論	143
149. 什么叫做有机化合物	143
150. 有机化合物的特性	145
151. 化学結構学說	146
第二十一章 烴	152
152. 飽和鏈烴	152
153. 不飽和鏈烴	159
154. 橡膠	168
155. 石油	173
156. 环烷烴	180
157. 芳香族环烴	181
158. 煤的干餾(煉焦)	185
第二十二章 烴的衍生物	191
159. 醇类	191
160. 酚类	195
161. 醛类	197
162. 羧酸类	201
163. 酯类	205
164. 油漆	215
第二十三章 碳水化合物	223
第二十四章 含氮的有机化合物	229
165. 硝基化合物	229
166. 苯胺	233
167. 蛋白質	234
附录 化学实验	238

第十四章 金屬通性

104. 金屬在元素周期表里的位置 金屬的原子結構

我們已經比較系統地研究了一些重要的非金屬元素：鹵素、氧和硫、氮和磷、碳和硅；這些非金屬元素依次分布在元素周期表的第Ⅵ、第Ⅴ、第Ⅳ和第Ⅲ各類的族里。同時我們也已經學習過一些理論知識：門捷列夫元素周期律、原子結構學說和電離學說。現在，我們將在這已學過的知識的基礎上，來開始研究在人類實踐活動里最重要的一些金屬。

現在已知的元素有 102 種。在這 102 種元素里，約有 80 種是金屬元素。在元素周期表中，這些金屬元素主要位於每個周期的前部（參照本書第一冊第十章元素周期表）。在元素周期表里，除了第Ⅰ類的氫，第Ⅲ類的鋁，第Ⅳ類的碳和硅，第Ⅴ類的氮、磷、砷，第Ⅵ類的氧、硫、硒、碲，第Ⅶ類的氟、氯、溴、碘、砹以及第零類的全部元素，其餘全部是金屬元素。

我們已經知道，金屬的原子和非金屬的原子在結構上有着顯著的區別。金屬原子結構的特征，表現在原子外層的電子比較容易失去，變成帶正電荷的離子（陽離子），而且典型金屬的原子絕不能結合電子。這種結構上的特征不但表現在金屬的化學性質上，而且也表現在金屬的物理性質上。

105. 金屬的物理性質

屬於金屬的物理性質有：顏色、比重、可熔性、導電性、導磁性、導熱性、熱容量及熱膨脹性。所有的金屬差不多都具有這些性質，例如：金屬都是不透明的固體（汞除外），它們都具有一種特殊的金屬光澤。但是，金屬的光澤只有在整塊時才能表現出來，在粉末狀態時，除鎂、鋁等少數金屬能保持原來的光澤外，其他金屬都呈暗灰色或黑色。

金屬有各種不同的顏色，大多數金屬（除銅、金、銀、鉍等少數金屬外），都呈深淺不同的白色或灰色。在工業上，為便利起見，把金屬分成黑色金屬和有色金屬兩類，前者指鐵、鐵的合金和鉻、錳等，後者指其餘的一切金屬。

又如金屬一般的都是電和熱的良導體，但它們導熱和導電能力各不相同。銀的導電性最好，其次是電力工業廣泛應用的銅。鋁的導電性也很好，因為它比銅輕，所以現代電力工業上已逐漸用鋁代替銅來制導線。導電性弱的有汞、鉍等金屬。金屬按照導電性的強弱所排成的順序，跟按照導熱性的強弱所排成的順序相同（表 30）。也就是說，金屬導電性強的，導熱性也強；導電性弱的，導熱性也弱。金屬的導電能力隨着溫度的升高而減弱。

金屬的這些性質，僅在固態（晶体）和液態時表現出來。科學家們早就證明，一切金屬都是由大量牢固地結合在一起的微小晶体所構成。在同一種金屬的晶体里，原子都按照嚴格一定的秩序排列着，而且各以自己固定的位置為中心，作着不規則的振動。我們都知道，金屬原子具有容易失去外層電子的特性。在晶体狀態或液體狀態下，金屬原子常失去一部分外層電子而變成陽離子。那些在一定時間內並不屬於這個或那個原子的電子，很容易在金屬內部移動位置，叫做自

由电子。这种自由电子在金属内部形成所谓“电子气”。按照近代的观点，金属晶体的内部在不停地进行着电子的交换作用：电子离开原子，电子又跟阳离子结合。因此，金属晶体里有中性的原子，有带正电荷的离子，还有电子气(图159)。但是，在蒸汽状态时，金属一般都是由一个个单独的原子构成的。

正是因为金属晶体里有着运动着的、容易移动位置的自由电子，所以只要金属受到微量的电势差的影响，这些电子就会开始向一定的方向移动，形成电流。这就是金属容易导电的原因。但是，各种金属晶体里自由电子的

浓度是各不相同的，所以金属的导电性有强弱的区别。在温度升高的时候，因为中性原子和阳离子振动的速度和振幅都加大，自由电子在其间移动自然就比较困难。所以，金属的导电性随着温度的升高而降低。

金属的导热性也跟自由电子的存在有关。在加热金属某一部分的时候，那一部分的自由电子的运动速度立即增加，因而这些电子碰撞附近的电子、原子和离子的机会和力量也就增加。被碰撞的电子又迅速影响着它们周围的电子、原子和离子。在受热部分的自由电子所获得的能量，就由这样的方式逐渐传播到整块金属，于是整块金属不久就得到了同样的温度。

由此可见，金属的这些特征，都是跟金属里存在着自由电子这一事实相关联的。所以金属里自由电子的浓度越大，金属的这些特征也就表现得越明显。但是，金属里除了自由电子以外，还有中性原子和阳离子。在不同金属的晶体里，

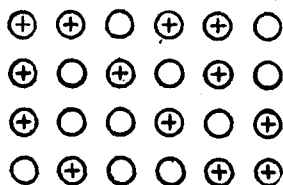


圖 159 金屬結構的示意圖：
○表示中性原子；⊕表示陽離子（在圖中未圖出電子）

含有的中性原子和陽离子各不相同。同时，晶体的形狀、大小也不尽相同。这些情况也必然要反映在它們的物理性質上。所以，除通性外，每种金屬还有它自己的特性。例如，金屬的比重（表28）、熔点（表29）等性質，就主要决定于各种金屬原子各自的性質——它們的質量、核电荷的大小、晶体里原子的排列方式等等。只是这中間的关系非常复杂，不是我們現有的知識水平所能理解，所以不在这里介紹了。总之，正是因为这个緣故，金屬的这些性質之間的差別是很大的。例如，金屬中的鉀和鈉等碱金屬的比重比水还小，放在水里，会浮在水面上；但是最重的鐵的比重却大到22.5。从表29我們可以看到，金屬熔点的差別更大，汞的熔点是一 39°C ，也就是說，在常溫下，汞呈液态；而鎢的熔点却高达 3370°C 。所以鎢可以用来做电灯泡里的灯絲。从硬度来看，也有同样的情形，最軟的碱金屬可以用小刀切割，而鉻的硬

几种重要金屬的比重

表 28

金 屬	鉑	金	汞	鉛	銀	銅	鐵	鎳	鈷
比 重	21.45	19.3	13.6	11.34	10.5	8.92	8.9	7.86	
金 屬	錫	鋅	鋁	鎂	鈣	鈉	鉀	銣	銣
比 重	7.3	7.14	2.7	1.74	1.55	0.97	0.86	0.53	

几种重要金屬的熔点

表 29

金 屬	鎢	鉑	鐵	鎳	銅	金	銀	鈷	
熔点($^{\circ}\text{C}$)	3370	1774	1535	1455	1083	1063	961	848	
金 屬	鋁	鎂	鋅	鉛	錫	鈉	鉀	汞	
熔点($^{\circ}\text{C}$)	660	651	419	328	232	98	62.3	-39	

度却几乎跟金刚石相仿。

为了便利起见，人们按照比重的大小，把金属分为轻金属和重金属两类。凡比重小于5的，都归于轻金属；比重大于5的，都归于重金属。

将生产中常用的几种金属及合金的物理性质综合列如表30。

表 30

金 属	比 重 (克/公分 ³)	线膨胀系数	熔点 (°C)	导电率 (%)	导热率 卡/公分 ² /秒/°C/公分 (0—100°C)	色 彩
铝	2.7	0.00002313	660	57	0.485	银 白
铜	6.67	0.00001152	630	4	0.0442	银 白
锌	7.14	0.0000165	419	26.2	0.27	苍 白
金	19.3	0.00001443	1,063	71.8	0.74	黄
银	10.5	0.00001971	961	100	1.006	白
铬	6.7	0.0000084	1,615	50	—	灰 白
钴	8.74	0.00001038	1,490	16	—	钢 灰
水 银	13.6	0.0000182	-33.9	1.74	0.018	白
锡	7.31	0.0000267	232	13.8	0.153	银 白
铋	9.76	0.00001346	271	1.38	0.0177	白
镉	18.77	0.00000444	3,350	30	0.35	钢 灰
铟	—	—	1,800	—	—	暗 灰
铁	7.85	0.00001182	1,530	11~16.5	0.1387	灰 白
铜	8.9	0.0000165	1,083	96	0.94	红
铅	11.4	0.00002924	327	7.94	0.083	苍 灰
镍	8.7	0.00001479	1,452	15~18.4	0.139	白

續表

金 屬	比 重 (克/公分 ³)	線膨脹系数	熔點 (°C)	導 電 率 (%)	導 熱 率 卡/公分 ² /秒/°C/公分 (0—100°C)	色 彩
白 金	21.5	0.00000899	1,755	15~16.5	0.167	白
鉑	7.4	0.00002280	1,230	30~34	—	白 灰
鎳	1.74	0.00002594	650	35	0.376	銀 白
鉻	10.2	0.00000501	2,551	27	0.346	銀
鈦	5.5—6.2	—	1,726	—	—	淡 灰
灰鑄鐵	7.2	0.0000108	1,275	1.03~2.75	—	—
白鑄鐵	7.5	0.0000105	1,135	1.03~2.75	—	—
鑄 鋼	7.85	0.0000126	1,425	—	—	—
構造鋼	7.85	0.0000120	1,475	—	—	—
黃 銅	8.63	0.0000189	945	20.6~23.6	—	—
青 銅	8.72	0.0000175	995	—	—	—

習 題

1. 为什么金属具有共同的物理性質？
2. 在下列溫度下， 哪些金属能熔化；（1）沸水的溫度；（2）蜡燭火焰（約800°C）；（3）酒精噴灯的火焰（約1100°C）；（4）一种煤油爐的火焰（約1600°C），
3. 为什么导热性强的金属导电性也强？
4. 为什么电解質的导电能力隨着溫度的增高而加强， 而金属的导电能力隨着溫度的升高而減弱？

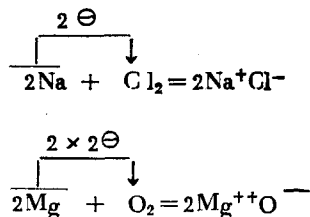
106. 金属的化学性質 金属活动性順序

属于金属的化学性質有：氧化性、可溶性和耐蝕性。

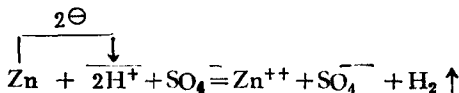
在前面研究非金属的时候，我們已經知道了一些金属的

化学性質。例如，金屬能跟非金屬化合而生成鹽；活动性較强的金屬能置換出酸里的氫，还能从鹽里把比較不活动的金屬置換出来，等等。現在我們要根据原子結構和电离学說等理論来进一步研究这些反应，从而进一步理解金屬的这些化学性質的本質。

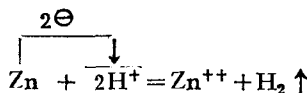
我們在学习“原子結構”一章中“分子的形成”那一节时，已經知道，金屬跟非金屬化合成鹽时，是由于金屬元素的原子的外电子層会失去电子而变成陽离子，非金屬元素的原子会得到这些电子而变成陰离子，由于陰陽离子互相吸引而形成了分子。例如，



金屬跟酸或鹽起置換反应时，因为酸和鹽都是电解質，它們在水溶液里都能电离而生成离子所以这些反应也可以用离子方程式表示。例如，鋅跟硫酸溶液的反应：

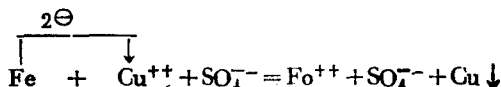


把沒有参加反应的离子省略掉，可得簡化的离子方程式如下：

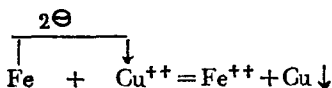


金屬跟鹽的溶液的反应也可以用离子方程式表示，例

如，用鉄跟硫酸銅溶液的反应为例：



把沒有参加反应的 SO_4^{--} 省略掉，可得：



由此可見，金屬跟酸或鹽溶液所起的置換反应，其本質在于，比較活动的金屬原子上的电子，轉移到氫离子或活动性較弱的金屬的离子上，后者得到了电子，就成为中性的原子，再結合成分子，从溶液里析出。

可見不論是金屬跟非金屬元素的直接化合也好，或是跟酸或鹽所起的置換反应也好，金屬原子在这些反应里都是失去电子，得到电子的是非金屬元素的原子，或氫离子，或是其他金屬的离子。

从金屬参加化学反应时的这个特征，可以給金屬下这样一个定义：

一种元素，它的原子如果在化学反应里容易失去电子而轉变成帶正电荷的离子，这种元素就叫作金屬。金屬原子不能結合电子，也就是說，不能轉变或帶負电荷的离子。

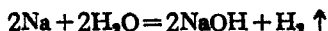
既然金屬元素参加化学反应的實質，在于失去电子而轉变成陽离子，那么，我們可以想到，一种金屬元素的原子越容易失去电子，它的化学活动性也越大，反之，它的化学活动性越小。事实上，各种金屬原子由于各自的結構不同，在失去电子时需要消耗的能量确实是各不相同的。因此金屬的活动性确有着显著的區別。貝开托夫所發現的金屬活动順序表（見表 31），就跟金屬原子失去电子的难易程度有关。

金屬活动性順序表

表 31

原子的活动性逐漸減弱	
→	
K, Na, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Ni, Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au	
←	
离子跟电子結合的能力逐漸減弱	

金屬活动性順序表不仅表示了哪些金屬能置換氫，哪些金屬不能，而且表示了置換氫的能力的強弱。例如，排在最前面的几种金屬（鉀、鈉和另一些金屬）不但能置換酸里的氫，而且在常溫下就能够劇烈的跟水反应，置換出水里的氫，例如：



而在它們后面的鎂、鋁、鋅等金屬，就必須在加热的情况下跟水才起显著反应，或須跟水蒸气才能反应，置換出水里的氫，在常溫下只能置換出酸里的氫。至于在氫后面的金屬，那就無論在常溫下或高溫下，都不能置換氫，相反的，例如，把氫气压入四氯化鉍的溶液，鉍反而被氫所置換而呈游离态析出。

金屬跟氧直接化合的能力大小的順序，也跟金屬活动性順序表的順序大致符合。例如，最容易跟氧化合的金屬是鉀、鈉和鈣，它們在常溫下就能很快地变成氧化物，所以只有使它們隔絕空气才能保存。鎂、鋁和鋅也比較容易氧化，在空气里放置比較久时，它們的表面就逐漸复盖上一層灰色的氧化物。但是，它們比前三种金屬要穩定得多。鉄、鎳、銅、汞等金屬在常溫下的干燥空气里不起氧化。通常的鉄器所以容易氧化，主要是因为它含有雜質的緣故。銀、鉑、金三种“貴金屬”那就不論在常溫下或在加热时都不氧化。此

外，鉀、鈉、鈣、鎂、鋅、鋁等在空氣里灼熱時，就能發生燃燒，跟氧化合，而鐵、鎳等金屬卻只能在氧氣里燃燒。其他的金屬，除貴金屬外，在灼熱時，就只起氧化而不發生燃燒。

同樣地，金屬跟鹵素或硫起反應時，它們的化合力也有強弱不同的區別，而它們在這方面的化合力由強到弱的順序，基本上也跟金屬活動性順序表的順序相符。

總之，在金屬活動性順序表里，越靠左面的金屬，越活動，本身變成離子越容易，而它們的離子却越難結合電子而恢復成中性的原子。

習 題

1. 金屬和非金屬在物理性質上和化學性質上各有什么主要的區別？具有這些區別的主要原因是什么？

2. 列舉金屬的各項重要化學性質，并各舉實例說明。用化學方程式表示這些反應。

3. 根據電子轉移的情況，解釋：（1）鋅跟硫的反應，（2）鎂跟氯氣的反應，（3）鋁跟鹽酸的反應，（4）銅跟硝酸銀的反應。用離子方程式表示這些反應。

4. 置換反應有兩種，一種是由于電子從原子上轉移到離子上而產生，一種是由于電子從離子上轉移到原子上而產生。試各舉例說明，并用離子方程式表示。

5. 根據各種金屬在活動性順序表里的位置，簡答下面的問題：（1）鋁能不能跟硝酸汞溶液起反應？（2）銅能不能跟硝酸鋁溶液起反應？把可能發生的反應用簡化的離子方程式寫出來。

6. 怎樣根據原子結構的理論來解釋金屬和非金屬在元素周期表里的位置？

7. 溶液里如果同時含有 Zn^{++} 、 Pb^{++} 和 Cu^{++} 等離子，在通電的時候，在陰極上往往銅首先析出。為什麼？

8. 銅不能置換酸里的氫，為什麼它跟濃硫酸反應而生成硫酸銅？用化學方程式說明它的反應。

107. 氧化-还原反应

氧化-还原过程在理論和实践上都具有特別重大的意义。

在工業技術上和實驗室中，單質(金屬和非金屬)：鐵、錳、鎳、鉻、鎢、銅、鋅、硫、氯、碘等等，都是利用氧化作用或还原作用从它們的化合物中制取出来的。制造重要的化学产品，象氨、碱、二氧化硫、硝酸、硫酸和其他酸，也是以氧化-还原反应为基础。氧化-还原是生物界和無生物界最重要的自然过程之一。呼吸、植物吸收碳酸气放出氧气、新陈代謝以及一系列生物活动都是氧化-还原反应。

到現在为止，我們一直把氧化和还原看作是得到氧和失去氧的反应。也就是說，如果一种元素或一种化合物跟氧化合以后，这种元素或化合物就是被氧化了。如果一种含氧的化合物失去了氧，这种化合物就是被还原了。

根据原子結構的理論来研究金屬跟氧气的反应，就能知道，金屬原子在这种反应里把电子轉給氧原子。但是金屬在跟其他非金屬或酸溶液或鹽溶液起反应时，它的原子也是失去电子。可見所有的这些反应的本質都是一样的。同样，金屬氧化物發生还原反应的本質，也跟金屬从其他化合物里游离析出的反应相同。这时，金屬离子得到了电子。因此，氧化反应和还原反应的概念，从电子得失的观点出發，有了更广泛的涵义：在化学反应里，失去电子的变化叫做氧化，在化学反应里得到电子的变化叫做还原。可是，如果有某一元素失去电子，一定有另外的元素得到这些电子，也就是說，氧化反应和还原反应一定伴同發生，氧化和还原虽是两个相反的反应，而其实是統一的氧化-还原反应的兩個方面。

在化学反应里，如果有一些原子或离子把电子轉給另一些原子和离子，这样的反应就叫做氧化-还原反应。

从得失电子的观点出發，我們可以把反应分为两大类：一类是由失去电子和得到电子所引起的，这就是氧化-还原反应；一类是在反应里不發生失去电子和得到电子的变化的，象复分解反应就属于这一类。按照这样的分类法，置换反应，以及反应物里有單質的化合反应和生成物里有單質的分解反应，都属于氧化-还原反应。例如，下例各反应就是氧化-还原反应：

