

高級中學課本

化學

第二冊





高級中學化學 第二冊

編譯者：原東北人民政府教育廳
出版者：人民教育出版社
重印者：東北人民出版社
印刷者：旅大人民日報印刷廠
發行者：新華書店

書號：2960
26,001—35,000
定價：4,700元

1951年10月東北人民出版社原版
1953年1月東北重印第一版
1953年10月第四次印刷

目 錄

第八章 元素週期表及原子構造

1. 元素的分類	(1)
2. 週期律	(2)
3. 週期	(5)
4. 門得雷業夫週期表	(8)
5. 預言的元素	(10)
6. 怎樣使用週期表	(11)
複 習 題	
7. 放射現象	(13)
8. 原子構造	(16)
9. 原子構造和週期律	(19)
10. 原子構造和元素的性質	(21)
11. 原子核的構造 同位素	(23)
12. 原子核的構造和元素的轉變	(25)
13. 分子的生成	(26)
複 習 題	

第九章 溶液

1. 溶解	(29)
2. 溶解時的熱現象	(30)
3. 溶解度	(31)
4. 溶解度與溫度的關係	(38)
5. 溶液的濃度	(36)
6. 溶液和結晶	(40)
7. 過飽和溶液	(42)

複 習 題

第十章 電離學說

1. 溶液的導電性 電解(44)
2. 電離學說的基本知識(46)
3. 利用電離學說來解釋溶液的導電和電解現象(47)
4. 用原子構造來說明電離學說(50)
5. 酸、鹽基和鹽的電離(51)
6. 電離的強弱(55)
7. 電解質間的反應 游離反應(58)
8. 鹽的水解(63)

複 習 題

第十一章 分散系 膠體溶液

1. 分散系(66)
2. 懸濁液和乳濁液(67)
3. 膠體溶液(69)
4. 膠體溶液的製法(71)
5. 膠體溶液的性質(72)

複 習 題

第十二章 金屬的一般性質

1. 金屬的物理性質(75)
2. 合金(79)
3. 合金的物理性質(81)
4. 金屬的化學性質(83)
5. 金屬的腐蝕(87)
6. 金屬的產出 鑛石(89)
7. 冶煉金屬的一般方法(91)

複 習 題

第十三章 鹼金屬

1. 鈉(94)
2. 鈉的化合物(97)

3. 碳酸鈉	(99)
4. 鉀	(102)
5. 鉀的化合物	(104)
6. 鉀肥	(105)
7. 鹼金屬的通性	(106)

複 習 題

第十四章 銅

1. 銅的性質	(109)
2. 銅的存在和冶鍊	(109)
3. 銅的化合物	(110)

複 習 題

第十五章 鹼土金屬

1. 鎂	(113)
2. 鎂的化合物	(116)
3. 鈣	(117)
4. 鈣的化合物	(119)
5. 硬水及其軟化	(122)
6. 鹼土金屬的一般性質	(123)

複 習 題

第十六章 鋁

1. 鋁的物理性質	(125)
2. 鋁的化學性質	(125)
3. 鋁的存在和製取	(128)
4. 鋁的用途	(129)
5. 鋁的氧化物和氫氧化物	(130)
6. 鋁鹽	(132)

複 習 題

第十七章 鉻和錳

1. 鉻	(134)
------------	---------

2. 鉻的化合物	(135)
3. 鉻	(138)
4. 鉻的化合物	(139)

複 習 題

第十八章 鐵

1. 鐵的物理性質	(141)
2. 鐵的化學性質	(142)
3. 鐵的氧化物和氫氧化物	(143)
4. 鐵鹽	(145)
5. 鑄鐵、鋼和鍛鐵	(146)
6. 鐵的存在	(148)
7. 鍊鐵	(149)
8. 鍊鋼	(152)
9. 我國的鋼鐵工業	(155)

複 習 題

本書是根據蘇聯十年制中學八——十年級化學教科書翻譯的。所根據的原書為蘇聯威爾霍夫斯基教授所著（1947年莫斯科出版），以及列夫琴科所著的新書（1950年在莫斯科出版）。

第八章 元素週期表及原子構造

1. 元素的分類

當認識各種不同元素的時候，我們總是注意到它們化學性質的異同。

最初，我們把所有的單質分為金屬和非金屬。各種金屬之間，不僅是物理性質很相似，而且其化學性質也很相似。至於各種非金屬之間，即主要的是化學性質相似。但是我們曾一再說過，金屬和非金屬之間沒有嚴格的界限。有些元素，在單質時為金屬，而在某些化合物中，則又表現出非金屬的性質，例如鉛和銻。相反地，非金屬如碘和硼，在生成鹽($I_2(SO_4)_2$ 、 BPO_4)時，則又表現出某些金屬的性質。又有些元素如砷和錳，它們在某些化合物中是金屬，而在另一些化合物中又是非金屬。

後來我們曾根據元素的化學性質，把相似的元素歸併在一起，叫做族(如鹵族、氧族等)，並且注意到同族各元素之間的異同，同時也注意到各族之間的異同。

按族研究元素的化學性質時，我們也曾看到，這些性質和原子量有關係(第一冊 62 頁和 156—157 頁)，即



門得雷葉夫
(1834—1907)

其性質是隨着原子量的增減而變化的。

現在，當我們認識了許多元素和它們的各種化合物以後，我們就有可能來學習更進一步的元素分類法。這種分類法是偉大的俄國科學家門得雷葉夫(1834—1907)首先發現的，能够把所有各類的元素都包括在一個簡明的表內，這個表就是有名的門得雷葉夫週期表。

2. 週 期 律

在認識週期表以前，首先應該學習元素的週期律。

如果把所有的元素，從最輕的氫起到最重的鈾(U，原子量為238)止，依原子量的順序排列起來，則我們可以看到，在這個系列中每隔一定數目的位置，就出現性質相似的元素。

氫	氦	鋰	鈹	硼	碳	氮	氧	氟	氖	鈉
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na
1	4	7	9	11	12	14	16	19	20	23
鎂	鋁	矽	磷	硫	氯	氬	鉀	鈣	……	鈾
Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca		U
24	27	28	31	32	35.5	約39	39	40		238

現在我們暫時先不研究氫，而研究氫以後的18種元素。

氦(He—4)：惰性氣體，不能生成化合物，原子價為零。

鋰(Li—7)：鹼金屬(一價)，它和K、Na很相似，能和水起猛烈的反應，生成氫氧化鋰LiOH(與NaOH、KOH相似)，它和鹵素作用即生成鋰鹽LiCl、LiBr、LiI。

鈹(Be—9)：兩價的金屬，在氧中燃燒生成BeO。粉末狀的鈹和水作用時，雖然作用緩慢，但也能生成Be(OH)₂。Be(OH)₂稍溶於水，和酸作用時生成鹽，但很容易生成鹼式鹽，所以Be(OH)₂是較弱的鹽基。

硼(B—11)：原子價是三，單質時是非金屬，然而在化合物中它能表現出金屬和非金屬兩種性質。氧化硼B₂O₃是硼酸的酐，硼

酸是弱酸。硼又能够像金屬那樣置換酸中的氫。我們知道，在磷酸 BPO_4 中的硼就是三價的金屬。

碳 (C—12)：原子價是一，我們已知碳僅具有非金屬的性質。它不能置換酸中的氫。二氧化碳 CO_2 是碳酸 H_2CO_3 的酐，碳酸能生成很多的鹽，但它是弱酸。

氮 (N—14)：它和氧化合時，能生成很多種的酸酐，和它的高價氧化物——硝酸 N_2O_5 (在這裏氮是五價) 相對應的酸是硝酸 HNO_3 。我們知道硝酸是強酸，所以氮表現出強而顯著的非金屬性質。

氧 (O—16)：典型的非金屬。

氟 (F—19)：最活潑的非金屬，它很容易和氫化合，生成氫氟酸 HF 。氟和金屬化合能生成鹽。

這樣，我們可以看到，依原子量的順序而排列的這一系列元素中，金屬的化學性質 (能生成鹽基和置換酸中的氫，爲了簡便可以叫做『金屬性質』) 在這一列裏以第一個元素 Li 爲最顯著，然後由一個元素到另一個元素依次逐漸減弱，繼而出現非金屬的化學性質 (能生成酸酐和酸，可簡稱爲『非金屬性質』)，並逐漸加強，到氟最強。

假若元素性質的變化，是依原子量的增加而以同一傾向繼續下去，則在氟後的元素應當表現出更強的非金屬性質；但事實上並不如此，根據原子量應當排列在氟後的元素是：

氖 (Ne—20)：它和氫一樣，是惰性氣體。不能生成化合物，原子價爲零。

鈉 (Na—23)：鹼金屬 (一價)。它和水起劇烈的反應，放出氫並生成易溶於水的苛性鈉 NaOH 。它和鹵素化合則生成鈉鹽。鈉和銣很相似。

鎂 (Mg—24)：兩價的金屬。它和水僅在加熱時起反應，生成氫氧化鎂 Mg(OH)_2 。鎂能生成鹼式鹽，它的化學性質和鋁相似。

鋁 (Al-27)：三價的元素。它和硼相似，都是兩性元素。根據它的物理和化學性質，它有金屬的性質並且也能顯出非金屬的性質。例如，鋁的氫氧化物與鹼反應時，則生成能溶解的鋁酸鹽（參看後面）。

矽 (Si-28)：四價的非金屬。它能生成很多種的矽酸鹽（矽酸是弱酸）。矽的化合物，在組成上和化學性質上，與碳的化合物很相似。

磷 (P-31)：非金屬。它的化學性質和氮相似。在高價氧化物 P_2O_5 中，磷是五價。

硫 (S-32)：非金屬。它和氧很相似。在高價氧化物 SO_3 中，硫是六價。

氯 (Cl-35.5)：活潑的鹵族元素，它和氟相似。在高價氧化物 Cl_2O_7 中，氯是七價。

氬 (A-約39)：惰性氣體。它的原子量和鉀的原子量近似（參看後面）。

這樣，由鈉開始，我們所看到的另一列元素，它們性質的遞變與前一列元素相似，並且互相對應。也就是說，每隔八個元素就能夠遇到性質相似的元素。氬後面是：

鉀 (K-39)：活潑的鹼金屬。

如果把元素根據原子量增加的順序而排列，則可以看出元素性質的變化，是有一定的循環性即週期性的。

這個規律，就叫做元素週期律（即門得雷業夫定律）。週期律表明了：元素性質的週期性變化，是從屬於元素的原子量的。所謂週期性：不僅表示相似的性質每隔一定數目的元素要重複一次（即循環出現鹼金屬、鹵素等等）；並且也表示元素性質的變化，從鹼金屬元素到鹵族元素，是按照一定的順序而遞變的。隨着原子量的量的增加，引起了元素的週期性的質變。

元素週期表（門得雷業夫週期表），就是以這個定律為基礎而

創立的。

3. 週期

根據原子量增加的順序把元素依次排列後，像我們已經作過的那樣，可以把它們分成幾個部分。在每一部分裏，可以看到元素的性質是有序地變化着。門得雷業夫把每一個這樣的部分叫做一個週期。在我們已觀察過的兩個週期中，由鹼金屬鋰到鹵素氟和惰性氣體氦，或由鹼金屬鈉到鹵素氯和惰性氣體氬，各有 8 種元素。這是小週期。在其次的兩個大週期裏，由鹼金屬到惰性氣體之間排列着 18 種元素。再次的大週期有 32 種元素。最後的不完全的週期中有 6 種元素（新發現的超鈾元素未計算在內）。

除去由兩個元素氫和氦所組成的第一週期外，其餘所有的小週期和大週期都已列入次頁的表內。

中大週期都已列入次頁的表內。

小週期和大週期

8種元素 的小週期	鋰 Li	鈹 Be	硼 B	碳 C	氮 N	氧 O	氟 F										氖 Ne
8種元素 的小週期	鈉 Na	鎂 Mg	鋁 Al	矽 Si	磷 P	硫 S	氯 Cl										氬 Ar
18種元素 的大週期	鉀 K	鈣 Ca	鈦 Sc	鈦 Ti	鈦 V	鉻 Cr	錳 Mn	鐵 Fe	鈷 Co	鎳 Ni	銅 Cu	鋅 Zn	銻 Ga	錫 Ge	銻 As	碲 Se	溴 Br
18種元素 的大週期	鉀 K	銣 Sr	釷 Yt	鉛 Zr	鈷 Nb	鉬 Mo	鐳 Tc	鈳 Ru	銑 Rh	鈳 Pd	銀 Ag	鎘 Cd	銦 In	錫 Sn	銻 Sb	碲 Te	碘 I
32種元素 的大週期	銻 Cs	銻 Ba	15種 稀土 金屬	鈳 Hf	銻 Ta	鎢 W	銻 Re	銻 Os	銻 Ir	銻 Pt	金 Au	汞 Hg	銻 Tl	鉛 Pb	銻 Bi	銻 Po	銻 At
6種元素 的不完全 週期	銻 Fr	鐳 Ra	鐳 Ac	釷 Th	鐳 Pa	鈾 U											
原子價	1	2	3	4	5	6	7	8	8	8	1	2	3	4	5	6	7
氧化物的 例子	Li_2O K_2O	BeO CuO	B_2O_3 Al_2O_3	CO_2 SiO_2	N_2O_5 P_2O_5	SO_3 CrO_3	Cl_2O_7 Mn_2O_7	O_3O_4			Ag_2O	ZnO CdO	Ca_3O_2	PbO_2 Sb_2O_3	As_2O_3 SeO_2	TeO_2	

在表內第一、二兩列是小週期，其餘的是大週期（最後一列為不完全週期）。

大週期和小週期，都是由鹼金屬開始而終止於惰性氣體；但是它們之間有着很大的區別。這個區別，不僅在於大週期所包含的元素數目較多；而且還在於大週期的金屬性質減弱得比較慢，它裏面多數元素都是金屬，僅在後部才出現非金屬。

此外，如果我們根據大週期中各元素的氧化物來觀察它們原子價的變化，就可以看到原子價先由 1 逐漸增加到 7，然後出現三個極相似的元素（已知在某些化合物中，它們的原子價是 8），再後原子價降為 1，以後又逐漸增加到 7，最後一位元素的原子價為 0。

在表的最下一列，寫出了一些我們較熟悉的大、小週期中各元素的氧化物的分子式，由這些分子式可以證明上面所說的很正確。

這樣，我們就可以把大週期中的元素，根據其原子價的變化，分成兩部分，使每部分分別與小週期相對應。

在表的左部，小週期的非金屬下邊，我們看到的雖然是大週期的金屬元素，但是，這些金屬元素和同行的小週期的非金屬元素間，有着相同的原子價。例如在氯的下邊是金屬錳 Mn ，氯的高價氧化物是 Cl_2O_7 ，錳的高價氧化物是 Mn_2O_7 ，和後者相對應的酸是高錳酸 $HMnO_4$ ，它的一種鹽——高錳酸鉀 $KMnO_4$ ，是我們所熟知的。在硫的下邊是金屬鉻 Cr ，它的高價氧化物是 CrO_3 ，和它相對應的酸是鉻酸 H_2CrO_4 ，並能生成鉻酸鹽。

在表的右部，各元素的下面，同行的元素也具有相同的原子價，例如砷 As 的下邊是銻 Sb ；硒 Se 的下邊是碲 Te ；溴 Br 的下邊是碘 I 。

於是，我們看到表中每行的元素都有相同的原子價。

此外再來研究一下，表中第五列含有 32 種元素的大週期。在這個週期中有 15 種極相似的元素，叫做稀土元素（因為它們存在於很

少見的礦物組成中，所以叫『稀土元素』）。所有這些元素都是三價的金屬，所生成的氧化物 R_2O_3 和已知的硼酐相似，因此把它們全部放在硼 B 的下邊。

下邊是稀土元素和它們的整數原子量：

鐳	銻	鐳	釷	釷	釷	釷	釷	釷
La	Ce	Pr	Nd	Il	Sm	Eu	Gd	Tb
139	140	141	144	147	150	152	157	159
鐳	釷	釷	釷	釷	釷			
Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
162	165	167	169	173	175			

在這些元素中僅銻 Ce 有實際應用價值，可以製成合金用作打火機的燧金。此外銻的氧化物和釷 Th 的氧化物混合在一起可製煤氣燈和汽油燈的發光罩。

由於稀土元素的性質極相似，而把它們全部都放在第五列的一個欄中。因此，在這個週期中雖然共有32種元素，但仍然能把每個元素都放在適合於它們原子價的行中。

4. 門得雷業夫週期表

現在我們已經瞭解了什麼是大週期和小週期，那麼我們就可以進行研究門得雷業夫週期表（在本書之末）。表內小週期中的元素是一個接一個地依次排列着。大週期中的元素也是一個接一個地依次排列着，但把它分成兩部分，以使原子價相同的元素，都能分別放在小週期的同價元素的這一行內。因此使表更加簡明。

在表內共有10個橫列，其中的第一列僅由兩個最輕的元素——氫和氦組成，這就是第一週期。

在每個元素符號前面（或後面）的數目字，是元素排列順序的編號，即原子序數。在元素名稱下面的數目字，是它們的原子量。

表內的元素排成9個縱行，同行的元素組成一個類，我們用羅馬數字來標出不同的類。最後的一類是不起化學反應、原子價為零

的惰性氣體，就叫做零類。

表中的元素符號不置於各欄的正中，而稍微靠左或靠右，這為的是不僅根據原子價把相似的元素歸於一類，而且還根據元素的性質進而把同類元素中更相似的元素加以區別。這樣，在每類中，又都分成了由更相似的元素所組成的兩個族。

在各類元素中，凡是包含了小週期元素的族，就叫做主族；凡是不包含小週期元素的族，就叫做副族。

由於這樣排列，在第七類中所有的元素和 At，都是靠右上下排列着（主族）；而金屬 Mn、Tc 和 Re 則靠左（副族）。同樣在第五類中的 N、P、As、Sb 和 Bi 的性質極相似，所以是一族（主族）；而金屬 V、Cb、Ta 和 Pa 則是另一族（副族）等等。

可以看出，大週期的偶數列（即各大週期的前半部）僅包括金屬元素，在各類中都靠左；但是奇數列（即各大週期的後半部），僅在後部才出現非金屬元素，在各類中都靠右。

在表的下面，有相當於各類元素氧化物的通式，它們表示能生成鹽的高價氧化物。表中以字母 R 來代替各個元素的符號，R 並不是某個元素的實際符號。再下面是元素的氣體狀態的高價氧化物的通式，但這個通式僅適於由第四類到第七類的元素；同時在這些通式中可以看出，元素的原子價如果從氫化物來看，則隨原子量的增加，其原子價將減低。例如，與氧化合的氮是七價；而與氫所生成的化合物 RH（即氫化氮 CNH ）中，氮却是一價。所以我們知道，一個元素和氧化合的原子價與和氫化合的原子價的總和，等於一個常數 8。

已經講過，在橫列中由左向右能觀察到金屬性質逐漸減弱而非金屬性質逐漸增強。若再觀察一下在同類中金屬和非金屬性質的變化，則我們會看到非金屬性質從上到下逐漸減弱而金屬性質則逐漸增強。例如：第五類的主族中，我們首先看到兩個典型的非金屬——氮 N 和磷 P。它們的下面是砷 As，根據砷的化合物，知道砷

是非金屬，然而游離狀態的砷則呈金屬性質。硫化砷中的砷也呈金屬性質。再下面的銻 Sb，它在某些化合物中呈非金屬性質，而在另一些化合物中則呈金屬性質；游離狀態的銻具有金屬光澤，只是在脆性上和普通的金屬有些差別。在這族中的最後一個元素是金屬鉍 Bi，它在化合物中能夠表現出金屬性質，有如三價的金屬而置換酸中的氫；但同時它又能生成不安定的鉍酸 HBiO_3 ，在鉍酸中的鉍和在硝酸 HNO_3 中的氮一樣，都是五價。

5. 預言的元素

在門得雷業夫根據週期律製作元素週期表時，他僅知道64種元素，所以最初在門得雷業夫週期表中有很多空白的位置，現在這些空白位置已陸續被釷 Sc（第四列第三類）、鏷 Ga（第五列第三類）和鎢 Ge（第五列第四類）等元素所填滿。

在那時的週期表中，所以出現空白位置，是因為和某一元素原子量相近的大一元素，根據其性質和化合物的類型，實在不能把它放入該位置而空出來的。1871年門得雷業夫根據週期律肯定地指出，這些空白的位置是表示尚未發現的元素之存在。

根據空白位置縱橫方面的隣近元素的性質，門得雷業夫當時已經確定了這些元素的大約原子量，並且指出了這些元素在單質狀態時的某些性質，以及它所能生成的一些化合物和這些化合物的特徵。

門得雷業夫的預言被十分正確地證實了。有些預言的元素在門得雷業夫活着的年代即已被發現，例如，鏷被法國科學家白布得蘭在1875年發現，釷在1879年為瑞典的科學家尼曾孫和克烈菲所發現，在1886年德國科學家文克烈爾又發現了鎢。

其後又漸漸發現了許多門得雷業夫所預言的元素。

最初創立週期表的時候，門得雷業夫曾經發現，某些元素根據它們的性質所應當佔據的位置，與原子量的遞增發生矛盾，因而認為它們的原子量是不正確的。重新測定它們原子量的結果，證實了

門得雷業夫是正確的，於是改正了不正確的原子量。

由此可見，週期律在科學史上有很大的貢獻。就是在現代，它仍然有很重要的意義，幫助人們進行很多的研究工作。

發現定律，然後進而預言現象，是人類思想的極其光輝的成就之一。定律並不是用人類的意志強加於自然之上的東西，而僅是正確地表現出在人類腦中所反映的自然現象的內在聯繫。

門得雷業夫定律指出：元素並不是互不相關的，而是有着緊密的內在聯繫的。雖然各元素間在性質上有着明顯的區別，但是它們之間有着若干的通性，並且處於如此密切的關聯中。這一切，刺激着人們作進一步的研究，人類必須探究出其中的根源。最近幾十年的科學研究，尤其是原子構造的發現，使我們在這方面得到了巨大的成就（參考後面）。

應當注意在週期表中還有某些矛盾和例外，例如：釷A的原子量39.944比鉀K的原子量39.096大；碲Te——127.61比碘I——126.92大；鈷Co——58.94比鎳Ni——58.69大，然而又不可以把鹼金屬鉀放在惰性氣體一類中，而把惰性氣體氫放在鹼金屬一類中，或從鹵族中把碘除去而放入碲等等。當時認為很可能是它們的原子量有錯誤，因此關於正確確定它們的原子量問題研究了很久，但是最準確的研究也沒得到正面的結果。這一個矛盾也是在進一步揭露了原子構造的秘密以後，才得到了解決（參看後面）。

6. 怎樣使用週期表

有了元素週期表的知識，使我們很容易斷定許多不同化合物的組成，所以希望每位同學首先應該把表中的第二列背熟，知道了第二列元素的順序就很容易想出每個元素是屬於那一類的。

例如：想知道氮在週期表中屬於那一類，可以數一下：鋰——第一，鈹——第二，硼——第三，碳——第四，氮——第五，即氮在第五類中。我們知道在高價氧化物中的氮是五價，它的分子式是 N_2O_5 。在氮和氮化合的高價化合物氨中，氮的原子數是三（加五就