

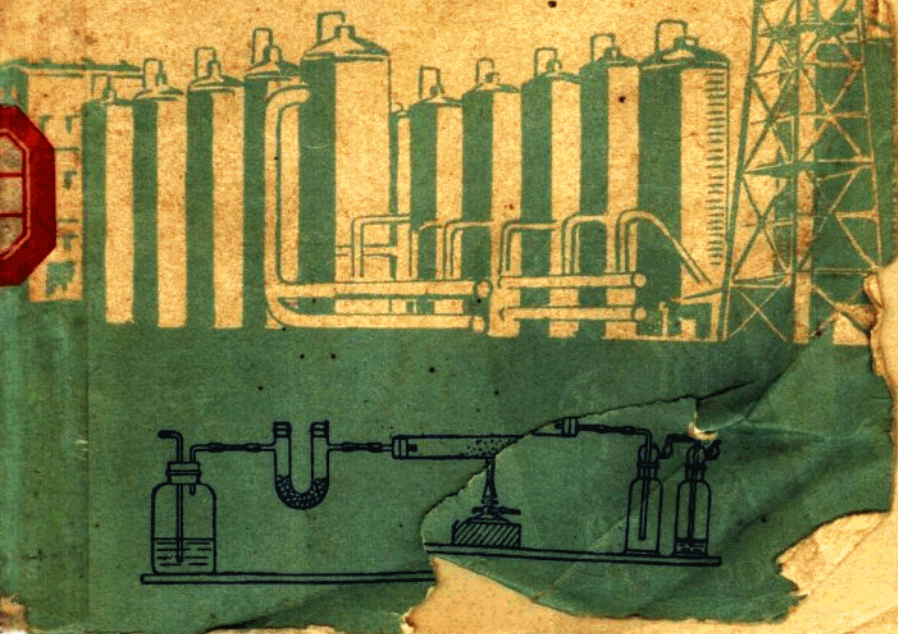
九年一貫制試用課本

(全 日 制)

# 化 学

HUAXUE

第 二 册



## 說 明

### 郑州工学院 粮油工业学

在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，在教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相結合的方針指导下，为了在中小学进行多快好省的教学改革，我系师生在校党委的领导下，大搞群众运动，編出了“化学課教学改革草案及教学大綱草案（初稿）”和“九年一貫制化学試用課本”。

我們在編写試用課本时所遵循的总的原則是，以毛澤东思想为統帅，破除陈旧的学科体系，立无产阶级的新体系。

在編写过程中，尽量吸取了现行教科书的精华，革除了其中陈腐落后、脱离实际以及重复繁瑣等缺点。对新教材的具体要求是：以辯証唯物主义思想为指导，尽早地向学生揭露物质的本质屬性及其变化的規律性，让学生尽快地掌握基础理論，以在实践中去运用和发展这些理論；在教材安排上，以現代物质結構理論和重要的生产知識为中心，扩大并加深基础理論，增加最新成就和尖端学科的基础知識，加强有机化学、实验和化学計算等。

在使用本书时，应注意以正确的观点統率材料。在教学中要掌握以下原則：打好理論基础，讲深讲透；增加生产知識，提高水平；反映最新成就，概括讲授；培养技能技巧，严格要求等。要注意采取革命的方法，抓知識的規律性，抓典型，突破重点难点。

本书分为两編（分四册出版）。第一編是无机化学部分；第二編是有机化学部分。无机化学是以現代物质結構理論为中心，元素周期表为工具安排的；有机化学的中心理論是現代电子理

論，教材的主要骨干是脂肪烴、芳香烴及其重要衍生物（第二編1—7章）。

本書承北京市有關工廠、機關和學校大力協助；尤其是參加教育部召開的新教材研究會的中國科學院化學研究所、北京大學化學系、北京市東城區教育局教研室、天津師範大學化學系、上海紅星中學、遼寧省沈陽第二中學、山西省太原第五中學等單位的同志們，提出了許多寶貴的意見，對本書的編寫工作給了很大幫助，在此深表謝意。

由於時間倉促，又受水平所限，在教材中一定有許多缺點甚至錯誤，衷心地希望同志們多予批評指正。

北京師範大學化學系普通教育改革小組

1960年4月

# 目 录

第十一章	惰性元素	1
第十二章	門捷列夫周期表	3
第一节	元素周期律	3
第二节	元素周期表	11
第三节	原子的电子层结构和周期表的关系	15
第四节	周期表内化学元素性质变化的規律	26
第五节	周期律的发现	31
第六节	周期律的指导意义及其发展	33
第十三章	氧族元素	36
第一节	臭氧 过氧化物 超氧化物	36
第二节	硫、二氧化硫和三氧化硫	42
第三节	硫酸的工业制法 硫酸的特性 硫酸盐	48
第四节	氧族元素的通性	58
第十四章	反应速度 化学平衡 催化理論	61
第一节	反应速度和影响反应	61
第二节	化学平衡	67
第三节	催化理論	75
第十五章	氮族元素	80
第一节	氮及其氧化物	80
第二节	氨和銨盐	86
第三节	合成氨工业	91
第四节	硝酸的性质和用途 硝酸盐	98
第五节	硝酸的工业制法	103

第六节	磷、磷酸和磷酸盐	108
第七节	氮在自然界的循环	113
第八节	氮族元素的通性	115
<b>第十六章</b>	<b>碳 硅 硼</b>	118
第一节	碳的同素异形体、性质及用途	118
第二节	一氧化碳 水煤气	123
第三节	二氧化碳 碳酸 碳酸盐	127
第四节	纯碱工业	129
第五节	硅及其化合物	136
第六节	硅酸盐工业	140
第七节	硼及其化合物	147
<b>第十七章</b>	<b>胶体</b>	149
第一节	分散系	150
第二节	胶体的制备和净化	153
第三节	胶体的性质	155
第四节	胶体的结构	158
第五节	胶体的聚集稳定性和聚沉	162
第六节	乳浊液 气溶胶	165
<b>第十八章</b>	<b>土壤 肥料 农药</b>	167
第一节	土壤	167
第二节	肥料	170
第三节	农药	176
第四节	植物生长刺激素	181
<b>第十九章</b>	<b>金属通论</b>	183
第一节	金属的物理性质	183
第二节	金属晶体结构	187
第三节	金属的化学性质	191

第四节	金属的一般冶炼原理	192
第五节	合金	196
<b>第二十章</b>	<b>电化学基础知识</b>	<b>198</b>
第一节	原电池	198
第二节	金属的电极电位	201
第三节	电池的电动势	205
第四节	化学电源	208
第五节	电解	212
第六节	分解电压	218
第七节	电解食盐水制烧碱	219
第八节	电镀	228
第九节	金属的腐蚀理论及防护	229
<b>第二十一章</b>	<b>有色金属</b>	<b>234</b>
第一节	铝	235
第二节	铜	245
第三节	锌和汞	251
第四节	铅与锡的主要性质及用途	257
第五节	铋及其化合物	263
第六节	铬及其化合物	266
第七节	镍、钨、钼及其化合物的性质和用途	271
<b>实验</b>		
实验十	硫酸的制法	276
实验十一	反应速度与化学平衡	278
实验十二	氨和铵盐的性质	280
实验十三	硝酸的制备和性质	282
实验十四	碳酸钠的制备	284
实验十五	硅的制备	286

实验十六	胶体溶液的制备和破坏.....	283
实验十七	土壤分析.....	289
实验十八	电解食盐水.....	294
实验十九	铝.....	297
实验二十	几种矿石的定性分析.....	299

# 第十一章 惰性元素

## 1. 惰性元素的电子层结构

惰性元素有：氦(He)、氖(Ne)、氩(A)、氪(Kr)、氙(Xe)、氡(Rn)。

惰性元素的原子量及其原子结构列表于下：

表 11—1 惰性元素电子层结构

元素	原子序	原子量	K		L			M			N				O			P		
			1S	2S	2P	3S	3P	3d	4S	4P	4d	4f	5S	5P	5d	5f	6S	6P	6d	
He	2	4.003	2																	
Ne	10	20.183	2	2	6															
A	18	39.944	2	2	6	2	6													
Kr	36	83.80	2	2	6	2	6	10	2	6										
Xe	54	131.30	2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	6							
Rn	86	222	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	6		2	6

从上表中可以看出，惰性元素原子的最外层都已被电子排满了，处于最稳定的状态，不失去电子也不得到电子，氧化值等于零。因此，它们的原子间都不能彼此化合，所以它们的分子是单原子分子。它们也不易和其他的物质发生反应，即表现为惰性。

## 2. 惰性元素的物理性质

惰性元素是无色无嗅的气体，空气中含有各种惰性气体，不过含量很少。由于分子间范德华引力是微弱的，所以它们的熔点、沸点比其他具有相近分子量的物质要低得多。例如氦的沸点比氢还低。



它們固态时为分子晶体；在水中的溶解度随分子量的增加而升高。下表列出惰性气体的一些物理性质：

表 11—2 惰性元素的物理性质

元素	电子层	原子量	原子半径 A	在标准状况下 一升气体重量	熔点 °C	沸点 °C	在水中溶解度 毫升/升20°C	在1000体积 空气中 的大概含量
He	2	4.003	0.8	0.18	-272.2	-268.9	13.8	0.005
Ne	10	20.183	1.1	0.90	-248.6	-245.9	14.7	0.018
Ar	18	39.944	1.5	1.784	-189.4	-185.8	37.9	9.323
Kr	36	83.80	1.7	3.74	-157	-152.9	73	0.001
Xe	54	131.30	1.9	5.89	-111.5	-108	110.9	$8 \times 10^{-5}$
Rn	86	222		9.73	-71	-61.8		

从表中可以看出惰性气体的原子序数愈大，熔点、沸点也就愈高。

### 3. 惰性气体的化学性质

由于惰性气体的电子层结构是最稳定的结构，所以它们的化学性质非常不活泼。惰性气体不易和其他物质发生反应，在低温时，有一些化学作用。例如它们能和水分子结合，生成不很安定的水合物。原子序数较大的惰性气体形成的水合物较为安定。

### 4. 惰性气体的用途

惰性气体有许多重要的用途。氦是除氢以外最轻的气体，可代替氢装在飞艇上或气球里。虽然它的分子量为氢的二倍，但上升力仅减少7%，而且没有氢的易燃和爆炸的危险。

氦在血液里的溶解度较小，特别是在高压下，氦的溶解度要比氮的溶解度小很多，用氦和氧的混和物来代替氧气供给潜水员呼吸，可以延长他们在水底工作的时间，并显著地减轻出水后

因压力的变化而引起的病状。这种气体混和物多用在严重的气喘窒息等疾病的医疗上。

氖和氩主要用在电气工业上。当电流通过填充着这些气体的灯管时，充氖的灯管就显红色，充氩的灯管就显蓝色。这些灯管通常叫做霓虹灯。荧光灯是用汞的蒸气和氩填充的灯管（灯管的内壁涂有荧光粉）。充有氖气的灯管可用在灯塔或用在其他标志设备上，因为它的红色光线不易被雾阻止，在较远的距离还能看见。

此外，充氩的灯管还可以用作整流器、降压器等，氩的分子运动速度相当小，导热性弱，可以用它或和氮的混和气体来填充电灯泡。

由于惰性气体在化学性质上极不活泼，故常在惰性气体的气氛中，焊接活泼金属，或制备还原性极强的物质，如在氩氛中焊接镁。

## 习 题

1. 如何从原子结构理论来理解惰性气体的性质？
2. 为什么最外层八个电子时是最稳定的结构？
3. 为什么惰性气体的熔点沸点都很低？
4. 惰性气体有哪些用途？

## 第十二章 门捷列夫周期表

### 第一节 元素周期律

通过卤素、碱金属、碱土金属及惰性元素的研究，我们认识

了这些元素及其化合物的性质。我們知道，元素及其化合物的性质是由物质内部结构所决定的。在物质结构一章的学习中，我們已了解到元素原子的电子层结构是随着核电荷数的递增而呈周期性的变化。那么自然会想到，元素及其化合物的性质变化，是否也遵循一定的规律呢？

1869年，俄国的科学家門捷列夫发现了元素及其化合物的性质变化的规律——周期律。并根据周期律把所有元素排成了一个周期系，这就是門捷列夫周期表。

为了理解周期律，讓我們先按照原子核电荷数（即原子序）递增的顺序，把最前面的18种元素，依次排列，然后比較它們及其化合物的性质。

第1号元素是氢（元素符号H，核电荷数等于1），核外电子排布是 $1S^1$ 。我們已經知道，氢在跟氧的化合物（水）里和在跟其他元素的化合物里，氢的氧化值都等于+1。两个氢原子組成一个氢分子。单质氢的晶体类型是分子晶体。

第2号元素是氦（元素符号He，核电荷数等于2），核外电子排布是 $1S^2$ 。氦是一种惰性气体，它的氧化值等于零。单质氦的晶体类型是分子晶体。

第3号元素是鋰（元素符号Li，核电荷数等于3），核外电子排布是 $1S^2, 2S^1$ ，所以容易失去最外层的一个电子而使氧化值为+1。鋰是一种非常活泼的金属，能和水猛烈地反应。鋰能生成碱性氧化物 $Li_2O$ ，其对应的水合物是LiOH，是一种强碱。单质鋰的晶体类型是金属晶体。

第4号元素是铍（元素符号Be，核电荷数等于4），核外电子排布是 $1S^2, 2S^2$ ，因而能失去两个电子而使氧化值为+2。它

是比鋰的活潑性較差的金屬，能生成氧化鋇  $\text{BeO}$ ，對應的水合物是  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ，顯兩性，其單質晶體類型是金屬晶體。

第 5 號元素是硼（元素符號 B，核電荷數等於 5），核外電子排布是  $1\text{S}^2, 2\text{S}^2, 2\text{P}^1$ ，因而能失去最外層 3 個電子而使氧化值為 +3。硼主要表現為非金屬性，它的氧化物 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) 與水作用，生成一種弱酸——硼酸 ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )。

第 6 號元素是碳（元素符號 C，核電荷數等於 6），核外電子排布是  $1\text{S}^2, 2\text{S}^2, 2\text{P}^2$ ，因而既可以失去外層 4 個電子而使氧化值為 +4，也可以得到 4 個電子使氧化值為 -4。碳是非金屬元素，它的高氧化值的氧化物為  $\text{CO}_2$ ，相應的水合物——碳酸 ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) 是一種弱酸。碳和氫能生成氣態化合物，如  $\text{CH}_4$ （甲烷）。碳的晶體類型是原子晶體，如金剛石。

第 7 號元素是氮（元素符號 N，核電荷數等於 7），核外電子排布是  $1\text{S}^2, 2\text{S}^2, 2\text{P}^3$ 。它能失去 5 個電子而使氧化值為 +5，更易得到 3 個電子而使氧化值為 -3。它的非金屬性比碳強，最高氧化物是  $\text{N}_2\text{O}_5$ ，相應水合物——硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ) 是一種強酸。它的氫化物為氨 ( $\text{NH}_3$ )。單質氮的晶體類型是分子晶體。

第 8 號元素是氧（元素符號 O，核電荷數等於 8），核外電子排布是  $1\text{S}^2, 2\text{S}^2, 2\text{P}^4$ 。氧在所有的化合物中其氧化值都是 -2。它是一種活潑的非金屬。與氫化合成水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )。單質氧的晶體類型是分子晶體。

第 9 號元素是氟（元素符號 F，核電荷數等於 9），核外電子排布是  $1\text{S}^2, 2\text{S}^2, 2\text{P}^5$ 。在任何情況下，都只能是得到一個電子，因而氧化值是 -1。它是一種最活潑的非金屬。我們已經知道，它與氫在暗處就能爆炸而生成氟化氫 ( $\text{HF}$ )。其單質的晶體類

型是分子晶体。

第 10 号元素是氖 (元素符号 Ne, 核电荷数等于 10), 核外电子排布是  $1S^2, 2S^2, 2P^6$ 。是一种惰性元素。氧化值为零, 单质氖的晶体类型是分子晶体。

由以上 10 个元素可以看出, 除氢和氦以外, 从锂开始, 原子最外层电子排布从 1 开始, 逐渐增加到氖为 7。而氧化值由锂的 +1 逐渐增加到氮的 +5。从碳开始出现负氧化值, 由 -4 逐渐变化到 -1 (氟)。在性质方面, 元素锂是一种非常活泼的金属, 铍的金属性质比锂弱, 硼已经主要表现为非金属性质。硼以下的四个元素: 碳、氮、氧、氟都是非金属, 它们的非金属性随着核电荷数的增加逐渐加强, 氟是最强的非金属元素。到氖以后不是出现非金属性更强的元素, 而是出现一个既没有金属性质, 也没有非金属性质的惰性元素——氖。

由此可见, 这列元素的化学性质的变化, 是由金属性质逐渐转变为非金属性质, 最后到氖就既没有金属性质, 也没有非金属性质了。

现在让我们再来看看以下的 8 种元素。由物质结构一章的学习中, 我们已经知道, 由 11 号元素钠到 18 号元素氩的核电荷数从 11 到 18, 最外层电子数也是由 1 到 8。但是核外电子能层数与 3 号元素锂到 10 号元素氖不同, 增加了一层。而我们知道, 元素的化学性质主要决定于核外最外层电子数, 所以从钠到氩各元素的性质和从锂到氖相应的各元素的性质极为相像。例如元素钠和元素锂, 最外层电子数都是 1, 在化合物中氧化值都是 +1, 也都是极为活泼的金属。在它们的化合物中, 其成份和性质也很相似。如,  $Na_2O$  与  $Li_2O$ , 都是碱性氧化物;  $NaOH$  与

LiOH都是强碱；同样地，如元素氯与元素氟也很相似，它们都是活泼的非金属元素，这在卤素一章中我们已学习过了。

为了清楚起见，现在把上述 18 种元素的性质用表格的形式表示出来(表12—1)。

由表 12—1 可以看出：从锂到氟和从钠到氯，各元素单质的性质、化合物的组成、氧化值都随着原子核电荷数增加起着相似的变化。从钠到氯这列元素，跟从锂到氟这列元素一样，氧化值都是从 +1 增大到 +7 (即 Na→Cl)，而在气态的氢化物里的氧化值都是从 -4 到 -1 (即 Si→Cl)。在从钠到氯这列元素里，钠表现的金属性最强，镁比钠弱，铝更弱，到了硅主要表现出了非金属性质。硅后面的磷、硫、氯三种非金属元素的性质依次逐渐增强，到氯就完全变成非常活泼的非金属，这个列的最后一个元素也是一种惰性气体。

由此看来，元素的化学性质是随着核电荷数的递增而变化的，而且像元素原子的电子结构一样，是在周期性的变化着的，每隔一定数目的元素后，后面的元素性质基本上重复出现着前面元素的性质。如果把上述两列元素里的后一列元素，移放在前一列元素的下面，这两列元素的性质的递变规律就看得更清楚了。

元 素	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
原子序	3	4	5	6	7	8	9	10
元 素	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	A
原子序	11	12	13	14	15	16	17	18

这二列元素都从最活泼的金属元素开始，而以惰性元素结尾。它们的最高氧化物分子式是有规律地变化的，以通式表示各为： $R_2O \rightarrow RO \rightarrow R_2O_3 \rightarrow RO_2 \rightarrow R_2O_5 \rightarrow RO_3 \rightarrow R_2O_7$ 。

表 12—1 原子序从 1—18

原子序	1	2	3	4	5	6	7	8
元素名称	H (氢)	He (氦)	Li (锂)	Be (铍)	B (硼)	C (碳)	N (氮)	O (氧)
最外层电子数	1	2	1	2	3	4	5	6
氧化值	+1	0	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	-2
金属性和非金属性	非金属	惰性气体	活泼金属	金属	非金属	非金属	非金属	非金属
与水化合情况	/	/	猛烈	能反应但不容易	/	/	/	/
最高氧化物的分子式	H <sub>2</sub> O	/	Li <sub>2</sub> O	BeO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	/
相应水合物的分子式	/	/	LiOH	Be(OH) <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub>	/
水合物的酸碱性	/	/	强碱性	两性	弱酸性	弱酸性	强酸性	/
气态氢化物的分子式	/	/	/	/	BH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
单质晶体类型	分子晶体	分子晶体	金属晶体	金属晶体	原子晶体	原子晶体	分子晶体	分子晶体

### 号的元素的性质

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
F (氟)	Ne (氖)	Na (钠)	Mg (镁)	Al (铝)	Si (硅)	P (磷)	S (硫)	Cl (氯)	A (氩)
7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
-1	0	+1	+2	+3	+4 -4	+5 -3	+6 -2	+7 -1	0
活 非金屬	液 惰 性 气 体	活 液 金 屬	金 屬	金 屬	非 金 屬	非 金 屬	非 金 屬	非 金 屬	惰 性 气 体
反 应 强 烈	/	低 温 即 猛 烈 反 应	加 热 才 反 应	能 反 应 不 易 但 容	/	/	/	能 反 应	/
F <sub>2</sub> O	/	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	/
/	/	NaOH	Mg(OH) <sub>2</sub>	Al(OH) <sub>3</sub> H <sub>3</sub> AlO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HClO <sub>4</sub>	/
/	/	强 碱 性	碱 性	两 性	弱 酸 性	酸 性	强 酸 性	最 强 酸	/
HF	/	/	/	/	SiH <sub>4</sub>	PH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	HCl	/
分 子 晶 体	分 子 晶 体	金 屬 晶 体	金 屬 晶 体	金 屬 晶 体	原 子 晶 体	分 子 晶 体	分 子 晶 体	分 子 晶 体	分 子 晶 体



从氧化值为+4的元素开始,都能形成气态的氢化物,且氢化物分子式也是有规律地变化的: $\text{RH}_4 \rightarrow \text{RH}_3 \rightarrow \text{RH}_2 \rightarrow \text{RH}$ 。

与最高氧化物相应的水合物的性质的变化更是表现了明显的规律性,从强碱 $\text{LiOH}$ 和 $\text{NaOH}$ 开始,经弱碱、两性、弱酸,逐渐过渡到强酸 $\text{HNO}_3$ 和 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ( $\text{HClO}_4$ 是最强的酸)。

这二列元素的单质晶体的变化,都是从金属晶体开始,经过原子晶体逐渐变为分子晶体。

由此看来,性质相似的元素(例如:卤素的氟和氯,惰性气体氦和氩,碱金属锂和钠等)都可以把它们排列在一个纵行。

第18号元素后面各元素的性质同样地有着周期性的变化。从第19号元素起,19号元素钾的性质和钠的性质相似,第20号元素钙的性质跟镁的性质相似。

这样我们就找到了元素性质变化的规律,即周期律。周期律表明:元素以及由它所形成的单质和化合物的性质,都随着元素原子的核电荷数的递增而周期性地变化。

## 习 题

1. 什么叫周期律?
2. 你怎样理解“每隔一定数目的元素后,后面元素的性质基本上重复出现着前面元素的性质”这句话?举例说明。
3. 通过卤素、碱金属、碱土金属元素的学习,可以知道各族内元素性质的变化具有什么规律性?这些规律性具体表现在哪些事实上?
4. 从第3号到第18号元素,它们的最高氧化物的组成和性质怎样的成周期性的变化?表现在哪些方面?它们在这些氧