

高中文化广播电视讲座



化学

下 册

江苏人民出版社

高中文化广播电视讲座

化 学

下 册

苏州地区《化学》编写组

江苏人民出版社

高中文化广播电视讲座

化 学

下 册

苏州地区〈化学〉编写组

江苏人民出版社出版

江苏省新华书店发行 南通韬奇印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张8.9375 页插1 字数

1981年12月第1版 1981年12月第1次印刷

印数1—51,000册

书号：7100·137 定价：0.65元

目 录

第四部分 元素及其化合物	1
一、非金属元素概述.....	2
二、空气的成分与惰性气体.....	4
三、氢和水.....	6
四、卤素.....	11
五、氧族元素.....	23
六、氮族元素.....	37
七、碳族元素.....	51
八、金属元素及其化合物.....	60
九、碱金属.....	65
十、钙和镁.....	71
十一、铝.....	74
十二、过渡元素.....	81
第五部分 有机化合物	94
一、有机化合物概述.....	94
二、烃、石油和煤.....	116
三、烃的衍生物.....	131
四、糖类和蛋白质.....	156
五、合成有机高分子化合物.....	163
第六部分 化学实验	170
一、常用仪器和某些仪器使用时应注意的事项.....	170
二、化学实验的基本操作.....	181
三、一些常见气体的制备、净化、干燥和收集.....	190
四、物质的检验、提纯和分离.....	206

五、一些定量实验.....	239
六、初、高中化学课本里的有关实验习题.....	250
综合题.....	256
习题答案.....	277
附录：酸、碱、盐的溶解性(新)表	

第四部分 元素及其化合物

复习要求:

1. 要熟练掌握重要元素及其化合物的性质和制法, 熟悉它们的主要用途。对于物质的性质, 除掌握一般性质外, 还要着重掌握它们各自的特性。

2. 能熟练地正确地用化学方程式, 表达物质的重要反应, 并能用化学的语言准确地描述主要的反应现象。

3. 要在掌握化学基本概念和基本理论的基础上, 理解和掌握元素及化合物间的相互关系和化学反应的本质, 并通过各族代表元素的复习, 进一步加深理解和巩固这些基本概念和基本理论。

4. 对于有关化工生产的复习, 重要的是熟悉反应原理, 能运用化学反应速度, 化学平衡的知识选择适宜的反应条件。

5. 这部分内容需要熟悉和掌握的知识较多, 重要的是以物质的组成结构来理解它们的主要性质, 找出规律, 在理解的基础上达到熟练地掌握。

一、非金属元素概述

(一) 非金属元素在周期表中的位置和原子结构特点

非金属元素在周期表中占据着右上方的位置，共16种。
B—Si—As—Te—At 是这部分的边缘元素。

非金属元素在原子电子层结构上的共同点，是依次增加的电子都填充在P轨道中(H填充1S除外)所以非金属元素除H元素外都是P区元素。非金属元素原子最外层电子数较多一般有4—7个，与金属相比，它们的原子半径较小而电负性较大。

(二) 非金属元素的成键特征

1. 具有大的电负性的非金属同活泼金属化合时，它们的原子获得电子而形成惰性气体型电子层结构的阴离子从而组成离子化合物。

2. 非金属元素在单质状态时以非极性键结合。

3. 不同非金属元素相互化合时，以极性键结合，电子对偏向非金属性更强的元素的原子。

(三) 非金属元素的化合价

氟只有-1价，氧一般为-2价(同氟的化合物及过氧化物除外)，其余非金属可表现不同的化合价，在与金属或氢化合时，非金属元素总是显示负价；当跟电负性比它更大的另一种非金属化合时，电负性较小的非金属就显示正价。在显示正价时，非金属原子既可以利用它的部分价电子，也可以利用全部价电子，因此大都具有可变的正价数。如碳元素有+2、+4价，氮元素有+1、+3、+5、+7价等。

(四) 非金属元素单质的物理性质

1. 在十六种非金属元素的单质中，有十一种是气态，一种在通常状况下是易挥发的液态(溴)，其余是固体。

2. 非金属单质的共价结构决定了非金属单质的各种物理性质。

除形成巨型分子的单质如金刚石、石墨等有很高的熔点、沸点外，其它非金属单质如卤素、氧、氮等，它们以微弱的范德华力结合成分子晶体，所以熔点、沸点都很低。

3. 一般说来，在周期表中同一周期自左到右，非金属元素单质的熔点和沸点逐渐降低，同一族中自上而下，熔点与沸点逐渐升高。

(五) 非金属性的强弱

在同一周期中的非金属元素，从左到右，非金属性逐渐增强。在同一主族中，从上到下非金属性逐渐减弱。

二、空气的成分与惰性气体

(一) 空气的成分

1. 空气是几种分子组成的混和物，各成分可用物理方法分离。

2. 其组成按体积计为：

N_2 78%， O_2 21%，惰性气体0.94%， CO_2 以及水蒸气等约0.06%。

(二) 惰性气体

惰性气体是氦(He)、氖(Ne)、氩(Ar)、氪(Kr)、氙(Xe)、氡(Rn)等几种气体的总称。

1. 结构特点：除He为 $1S^2$ 外，其余外围电子层结构都是 nS^2nP^6 ，形成相对稳定结构，所以惰性气体分子都由单原子组成。

2. 性质：惰性气体都是无色、无味、无臭的气体，一般情况下很难与其它物质反应，表现为零价。但它们的“惰性”是相对的，如氙、氪在一定条件下可与氟反应生成 XeF_2 、 KrF_4 等。

3. 应用：惰性气体可用于制造霓虹灯，它因通电时会发出有色的光，如氖气会发出红光，氩气会发出紫兰色光，氦和氧气的混合气体用于高压下潜水人员的呼吸以减少“潜水病”的危险，惰气还可用作保护气以及激光技术等方面。

习 题 4-1

1. 空气的主要成分是什么？各占总体积的百分之几？

2. 空气里含有哪些惰性气体？惰性气体有什么特性和主要用途？

3. 下列说法哪些是不正确的？为什么？

(1) 空气是一种元素；

(2) 空气是一种化合物；

(3) 空气是几种元素的混和物；

(4) 空气是几种化合物的混和物；

(5) 空气是几种单质和几种化合物的混和物。

4. 设空气的体积组成为 N_2 78%， O_2 21%，Ar 0.94%， CO_2 0.06% 求空气的平均分子量。

三、氢 和 水

(一) 氢

1. 氢原子结构的特点 氢的原子核内只有一个质子,核外只有一个S电子。氢元素有三种同位素,如表4-1所示:

名 称	氕(氢)	氘(重氢)	氚(超重氢)
符 号	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}(\text{D})$	${}^3_1\text{H}(\text{T})$
质 量 数	1	2	3
电子排布式	$1s^1$		
结 构 简 图	$\cdot +1 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 1$		

表 4-1

自然界存在的氢主要是氕,氘只有极少量,而氚则是人造元素。

氢原子完全失去1S电子时,就成为 H^+ 离子,实际上就是氢原子核或质子,它只存在于气态质子流中,在水溶液中,它总是跟水分子结合成水合离子 H_3O^+ 。氢原子与非金属原子结合时,并不能完全失去电子而只是发生偏离,这时氢显示+1价。

在N、O、F等电负性大而原子半径很小的非金属氢化物中的氢原子,由于几乎成为裸露的质子而能被邻近分子中电负性大的非金属原子吸引,形成氢键。

2. 氢气

(1) 分子结构 电子式: $\text{H}:\text{H}$, 结构式: $\text{H}-\text{H}$ 。

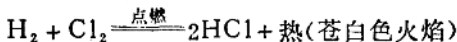
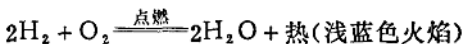
在氢原子形成氢分子的过程中, 要放出能量: $\text{H} + \text{H} \rightarrow \text{H}_2 + 104.2 \text{ 千卡/摩尔}$ 所以氢分子的能量比氢原子低, 氢分子比氢原子稳定。

(2) 性质

① 物理性质 氢气在通常情况下是无色、无味、无臭的气体, 难溶于水, 氢气是所有气体中最轻的气体。

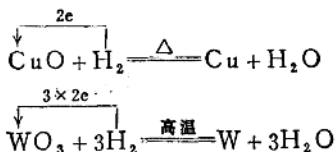
② 化学性质

a. 可燃性 氢气能燃烧

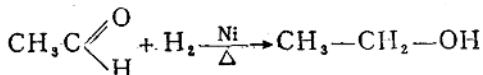


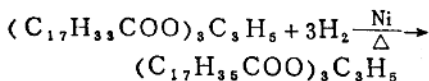
纯净的氢气在空气、氧气或氯气内能安静燃烧。若在有限容器内点燃氢气和氧气或氯气的混和物, 由于大量分子充分接触, 反应瞬间完成, 放出的大量热使气体体积急剧膨胀, 产生巨大压强而爆炸, 所以点燃氢气前必须先检验它的纯度。

b. 还原性 在一定条件下, 氢气能跟某些金属氧化物反应, 使金属还原:



c. 跟某些有机物发生加成反应



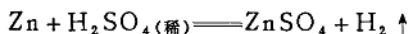


(3) 用途

填充气球，冶炼金属还原剂，未来的高能燃料。

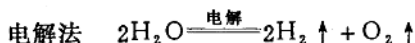
(4) 制法

① 实验室制法 使锌或铁与稀硫酸或盐酸作用。

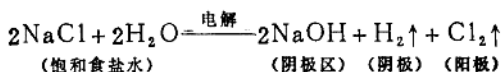


(不可用浓硫酸或硝酸)

② 工业制法

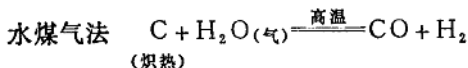


(加少量NaOH或H₂SO₄增强水的导电性)

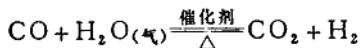


(饱和食盐水)

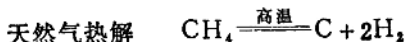
(阴极区) (阴极) (阳极)



(炽热)



(把生成的混和气体在高压下通过水，使二氧化碳溶解得氢气)

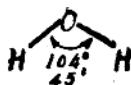


(二) 水

1. 水的组成

通过水的合成与电解，可以知道氢气与氧气的体积比为2:1，根据它们的密度可计算出水中氢元素与氧元素的质量比为1:8。

H₂O分子可用下式表示:

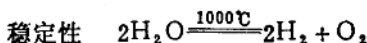


天然水中含有极少量的重水 D₂O。

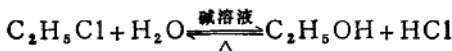
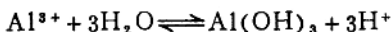
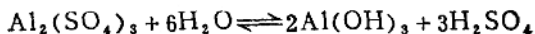
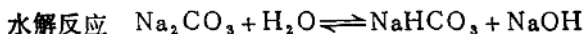
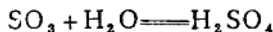
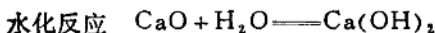
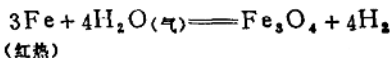
2. 水的性质

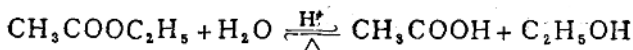
(1) 物理性质 纯水是无色、无味、无臭的液体，1大气压下熔点 0℃，沸点 100℃。水分子间具有较强的氢键，能结合成 (H₂O)_n，所以水在同族元素的氢化物中具有反常的高沸点。

(2) 化学性质



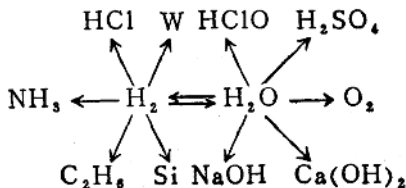
对金属、非金属的作用





习 题 4-2

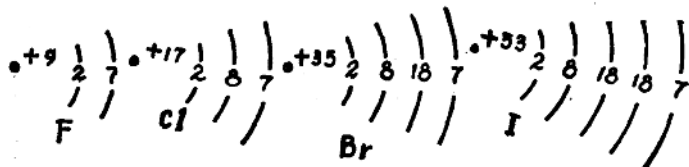
1. 怎样证明水是一种化合物而不是单质？
2. 按下列要求举一实例写出有关化学方程式。
 (1) 水是氧化剂；(2) 水是还原剂；(3) 水不是氧化剂，也不是还原剂；(4) 水既是氧化剂，又是还原剂。
3. 写出用惰性电极电解水时两极的电极反应式，指出哪一极发生的是氧化反应，哪一极发生的是还原反应？在电解水时又为什么要加少量的 NaOH 或 H_2SO_4 。
4. 根据氢气的性质说明氢气有哪些用途。
5. 当把氧化铜放在试管里，通进纯净的氢气，然后加热氧化铜会有什么现象产生？生成什么物质？写出化学方程式。
6. 用电子式表示 H_2 、 H_2O 、 NaH 的分子结构。
7. 氢气和氧气的混和气体100毫升温度高于 100°C ，经点火爆炸，并恢复到原来的温度，体积减为73毫升，问原混和气体中氢气和氧气各多少毫升？
8. 写出下列反应的化学方程式：



四、卤素

(一) 卤素的原子结构与性质比较

1. 卤素的原子结构 卤素位于周期表里ⅦA族，最外层电子结构为 ns^2np^5 。原子结构简图分别为：



2. 卤素的化学通性 卤素的最外电子层结构相同，有许多共同的化学性质。如：

(1) 卤素有较大的电负性，是典型的活泼非金属元素。

(2) 卤素原子在化学反应中易获得一个电子而达到相对稳定结构。

(3) 在自然界卤素都以化合态存在。它们的单质都是双原子分子，都是强氧化剂。(氟是最强的氧化剂)。

(4) 卤素与金属一般形成离子化合物，卤素都能直接跟氢化合，通过极性键结合成卤化氢分子。在跟金属和氢化合时，它们都显 -1 价。卤化氢都是无色具有强烈刺激性气味的气体，能在潮湿的空气里形成酸雾，都易溶于水，水溶液叫氢卤酸，除氢氟酸外都是强酸。

(5) 卤素在最高价氧化物及其对应的含氧酸及盐里，都显 $+7$ 价，除氟外，卤素最高价的含氧酸都是强酸，其中 HClO_4 是最强的酸。

3. 卤素性质的递变 (见表4-2)

元素	氟	氯	溴	碘
符 号	F	Cl	Br	I
核外电子排布	$1s^2 2s^2 2p^6$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$
原子半径 (10^{-10} 米)	0.71	0.99	1.14	1.33
离子半径 (10^{-10} 米)	1.33	1.81	1.96	2.20
电 负 性	4.0	3.0	2.8	2.5
非 金 属 性	逐 渐 减 弱			
单质分子式	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
物 理 状 态	气 体	气 体	液 体	固 体
颜 色	淡 黄 绿 色	黄 绿 色	棕 红 色	紫 黑 色