

医学基础辅导

(内部资料)

一九八五年七月

PDG

医学基础辅导

(供检验、药剂、公卫专业参考)

编者：庞用才 黄富生 刘绍黎

出版说明

为了满足我地区从事临床检验工作的部分同志要求和有助于广大从事药剂、检验、公卫工作的医务人员的自学提高和晋升考试，我们特编写了这本《辅导》资料，供内部参考。本书基本上以全国高等医药院校试行教材为蓝本，同时参考其他有关医学教材编写而成。全书包括医用化学、生物化学、医用微生物学和人体寄生虫学等四门基础课程，分别由庞用才、黄富生、刘绍黎等有关专业老师主编，零陵地区检验学会陈克雄秘书长负责具体的组织工作，并对编写工作提出了许多宝贵意见。

书中试以突出所编章节之重点或难点，且加以系统归纳，便于记忆为目的，使之适合于从事检验、药剂和公卫工作的医务人员的自学参考，适合于在校学生学习以上四门基础课程作复习参考。限于篇幅，有的章节仅作提纲式列出或未予编写，请读者谅解。

由于作者专业水平有限，加之出版校对匆忙和编后未作系统修改，其不足或错误之处在所难免，恳请读者和同行批评指正，谨致谢意！

编 者

一九八五年六月于永州

目 录

医用化学部分

绪 论	1
第一章 原子结构	3
第二章 分子结构	8
第三章 化学反应与化学平衡	10
第四章 溶液	12
第五章 稀溶液的通性	16
第六章 电解质溶液	19
第七章 水的电离及水解	23
第八章 缓冲溶液	26
第九章 络合物	28
第十章 氧化还原与电极电位	30
第十一章 有机化合物概述	33
第十二章 开链烃	33
第十三章 闭链烃	36
第十四章 烃的卤代物	37
第十五章 醇、酚、醚	38
第十六章 醛、酮、醌	40
第十七章 有机酸	41
第十八章 羧酸衍生物	43
第十九章 取代羧酸	44
第二十章 脂类及甾族化合物	47
第二十一章 碳水化合物	49
第二十二章 含氮有机化合物	53
第二十三章 杂环化合物	56
第二十四章 氨基酸、蛋白质和核酸	57
第二十五章 化学实验	62

生物化学部分

第一章 绪论及蛋白质与核酸化学	75
第二章 酶与维生素	80
第三章 糖、脂类及蛋白质代谢	83

第四章 核酸代谢及蛋白质的生物合成	96
第五章 生物氧化	101
第六章 物质代谢调节与血液	106
第七章 肝胆生化	111
第八章 水与电解质平衡	117
第九章 酸碱平衡	121
第十章 钙磷代谢与骨牙	124

医用微生物学部分

绪 言	129
第一章 细菌的形态和结构	130
第二章 细菌的生理学	132
第三章 细菌的分布	135
第四章 外界因素对细菌的影响	136
第五章 细菌的致病性	139
第六章 细菌的变异性	141
第七章 免疫学基础	143
第八章 非特异性免疫	144
第九章 抗原	145
第十章 特异性免疫	147
第十一章 变态反应	151
第十二章 免疫学的应用	154
第十三章 病原性球菌	160
第十四章 肠道杆菌	164
第十五章 弧菌属	166
第十六章 流行性感胃杆菌	167
第十七章 芽胞杆菌	168
第十八章 白喉杆菌	170
第十九章 分枝杆菌属	170
第二十章 病毒	172
第二十一章 呼吸道病毒	176
第二十二章 肠道	177
第二十三章 肝炎	178

第二十四章	流行性乙型脑炎病毒·····	180
第二十五章	立克次氏体·····	181
第二十六章	螺旋体·····	182
第二十七章	真菌·····	184

人体寄生虫学部分

第一章	总论·····	186
-----	---------	-----

第二章	医学蠕虫学·····	187
第三章	线虫纲·····	188
第四章	吸虫纲·····	192
第五章	绦虫纲·····	194
第六章	原虫学·····	195
第七章	医学昆虫学·····	199

医用化学部分

绪 论

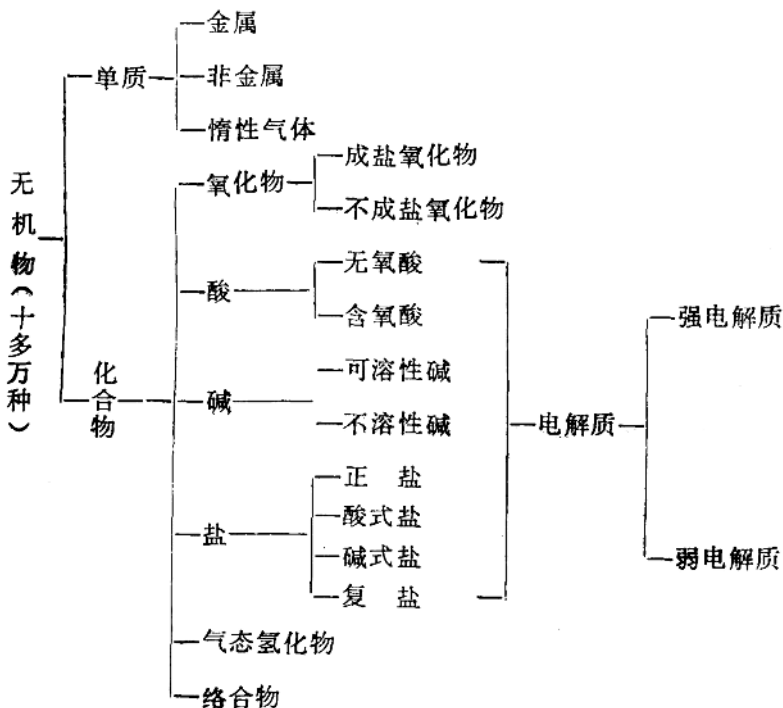
内 容 提 要

一、世界上一切物质都处于经常不断的运动之中，其运动形式可分为物理运动、化学运动、生物运动等等。物质的各种运动形式是彼此联系的，并在一定条件下可以互相转化。

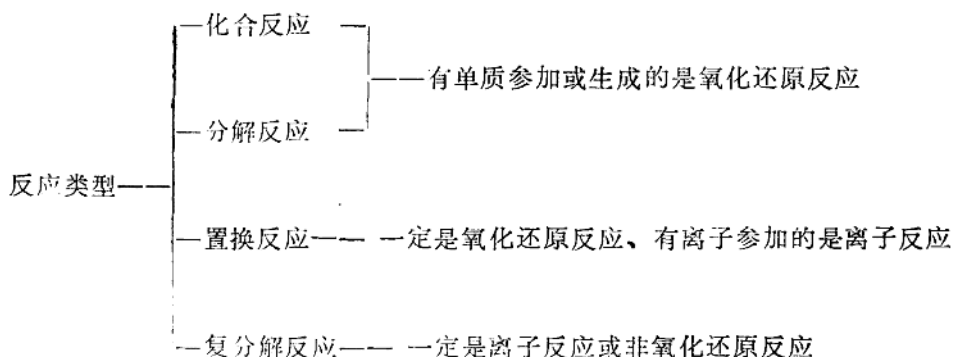
二、物质运动的各种形式是由不同的科学分工来研究的。化学是研究物质的组成、结构、性质和用途，研究物质的性质与其组成和结构间的关系，研究物质发生化学变化的条件、规律以及随之引起的各种现象。

三、化学与医学的关系甚为密切。医学的任务是研究人体的生理现象和病理现象的规律，从而寻求防病治病的方法以保障人类的身体健康。人体内的一切生理现象和病理现象与人体内的代谢作用密切相关，而代谢作用又与体内发生的一些化学变化密切相关。所以要了解人体内种种生理现象和病理现象的实质，掌握现代医学的基本理论，没有一定的化学知识是不行的。

四、无机物的分类



五、化学反应的类型：



（复分解反应趋于完成必须具备三个条件之一：生成难溶性物质；生成难电离物质，生成挥发性物质。并记住酸碱、盐的溶解性表）

三、化学的基本概念：

（一）分子

分子是构成物质的一种微粒，它保持着原物质的化学性质。这种保持物质化学性质的最小微粒叫做分子。分子是以运动的形式存在的。分子之间有一定的间隔，这种间隔如果很大，物质就呈气态，如果间隔较小，物质就呈液态或固态。物质具有三态的变化，就是由于随着温度的变化而构成物质的分子之间的间隔大小发生变化的缘故。

同种物质的分子的大小、质量和性质相同。不同种物质的分子，它们的性质各不相同。物质的性质是由构成它的分子的性质所决定的。

（二）原子

分子是很小的，但它还可以再分。在化学反应中，分子可以分成更小的微粒，这种微粒不再保持原分子的化学性质，而且在化学反应中不能再分。这种在化学反应中的最小微粒叫做原子。

（三）化学元素

具有相同核电荷数（即质子数）的同一类原子总称为元素。例如，氧元素就是所有氧原子的总称，碳元素就是所有碳原子的总称。所以说元素是指质的泛称。自然界物质的种类非常多，但是构成这些物质的元素并不多。到目前为止，被人们公认的元素有107种。

（四）原子量 分子量

原子和分子虽然很小，但它们还是有一定的质量。原子量是原子的相对质量，它是用一种元素的一个原子的质量跟一个 C^{12} 原子的质量的 $1/12$ 相比较所得的数值。由此可见，原子量只是一个比值，它是没有单位的。

一个分子中各原子的原子量的总和就是分子量。

（五）摩尔

摩尔是一个系统的物质的量。当某一定量的物质中，所包含的结构粒子（基本单元）数目和 0.012 千克（即 12 克） C^{12} 的原子数目相等，则由这些粒子所构成的物质的量就是 1 摩尔。结构粒子可以是原子、分子、离子或其它粒子。

0.012千克 C^{12} 里所含的原子数目究竟是多少呢？我们知道，一个 C^{12} 原子的实际质量的 $1/12$ 是 1.66×10^{-24} 克，而 C^{12} 的原子量是12，所以

一个 C^{12} 原子的实际质量 = 1.66×10^{-24} 克 $\times 12 = 1.992 \times 10^{-23}$ 克

因而0.012千克 C^{12} 里所含的原子数目是：

$$\frac{0.012 \times 1000}{1.992 \times 10^{-23}} = 6.02 \times 10^{23}$$

6.02×10^{23} 这个数值叫做阿佛加德罗常数。

1摩尔的任何物质，都包含有 6.02×10^{23} 个粒子。由 6.02×10^{23} 个粒子所构成的物质的质量，就是1摩尔该物质的质量。由此可见，摩尔是一种表示粒子集体的数量单位。它具有双重含义，既表示一种物质所包含的粒子数，又表示该物质的质量。

（六）摩尔质量

一种元素如果包含有 6.02×10^{23} 个原子，则该原子集体所具有的物质的量就是1摩尔。

1摩尔元素的原子质量就叫原子的摩尔质量。原子的摩尔质量如果用克作单位，在数值上等于该原子的原子量。

一种物质如果包含有 6.02×10^{23} 个分子，则该分子集体所具有的物质的量就是1摩尔。

1摩尔的任何物质所包含的分子数目都相同，但它们的质量并不相等。1摩尔物质的分子质量就叫分子的摩尔质量。分子的摩尔质量如果用克作单位，在数值上等于其分子量，单位仍用克/摩尔表示。由于不同物质的分子量不同，所以不同物质分子的摩尔质量也不同。

（七）气体的摩尔体积

气体占有一定的体积，并具有一定的质量。测定气体的体积比测定气体的质量容易，所以气体的量常用体积来表示。气体的体积与温度、压强有密切关系。一定质量的气体，温度升高则体积膨胀，压强增大则体积缩小。由实验测得，在标准状况（温度为 0°C 、压强为 1.034 千克/厘米 2 ）下，1摩尔的任何气体所占有的体积都相同，都等于22.4升。这个22.4升的体积就叫做气体的摩尔体积。

第一章 原子结构

内 容 提 要

一、原子的组成

原子具有复杂的结构，它由原子核和围绕它高速运动的电子所组成。电子带有负电荷，科学上把一个电子所带的电量（ 1.60×10^{-19} 库仑）定为一个单位电荷。一个电子都带有一个单位的负电荷。

原子核主要是由中子和质子两种粒子所组成。中子是不带电荷的，质量约为一个原

子单位^{*}；质子带有一个单位的正电荷，它的质量和中子的质量几乎相等，也约为一个原子单位。

在一个原子中，由于电子的质量太小，约为 $1/1837$ 原子单位，所以在原子的质量中电子的质量可以忽略不计。因此，可以认为原子的全部质量，几乎是集中在原子核里，也就是质子和中子质量的总和。所以可以认为原子的质量就是原子核的质量。即

原子质量数 = 核的质量数 = 中子数 + 质子数

原子呈电中性，所以在原子中

核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数

不同种元素的核电荷数不同，如按核电荷递增顺序排列，则相邻元素间核电荷数都相差1。我们把元素按核电荷递增的顺序排列起来所编的号数叫做原子序数。

原子序数 = 核电荷数 = 核外电子数

电子、质子和中子按着一定的数目和形式结合起来，构成了各种各样的原子。原子的组成可以概括如下：

原子 { 原子核 { 质子 (质量约为 1, 带正电荷)
 { 中子 (质量约为 1, 不带电荷)
 { 电子 (质量为 $\frac{1}{1837}$, 带负电荷)

二、核电荷数相同 (质子数相同) 而中子数不同 (原子量不同) 的几种原子互称为同位素。如 ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ 、 ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ 等等。

可见，我们通常所讲的元素是具有相同核电荷数的一类原子的总称。

三波动力学理论和“电子云”的概念。

波动力学理论认为：电子的运动速度非常快，而质量却特别轻，因此电子的运动具有微粒性和波动性的双重性质，这就使我们不能够确定电子在某一时间内所处的空间位置，而只知道电子在某一区域内出现的机会的大小。

波动力学所考虑的就是高速运动的电子在原子核外的空间某个区域出现机会的大小，这种机会在数学中称为几率。

所谓“电子云”，就是用波动力学的统计方法来描述电子在原子核外空间出现的几率分布，就好象在核外笼罩着一层带有负电荷的“云”，因此称为“电子云”。氢原子的电子云象球形，在黑点比较密集的区域，表示电子云的密度较大，也就是氢原子核外电子最常出现的区域，这个区域是一个以核为中心，半径为 $0.53 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ 厘米}$) 的球壳，在大于或小于 $0.53 \text{ \AA}$ 的地方电子也可出现，但几率较小，因此，半径为 $0.53 \text{ \AA}$ 的球壳这一区域叫做氢原子的原子轨道，简称轨道。应该指出，这里所说的轨道是指原子核外空间电子出现几率最大的那个区域，电子就经常在此原子轨道内运动。

四、核外电子排布

实验证明，在原子核外运动的每个电子能量都是不同的有能量小的，有能量大的。能量较小的电子没有较强的力量对抗原子核的吸引力，只能在离核较近的地方运动；能量较大的电子，则有较强的力量对抗原子核的吸引力，可以在离核较远的地方运动，能

量大致相同的电子离核远近大致相同，就是说电子运动处在离核远近不同的轨道上，具有不同的能量，即处于不同的能级。根据电子所处的能级高低和离核距离的远近，可以认为原子核外的电子是分层排布的，这样的层叫做电子层。

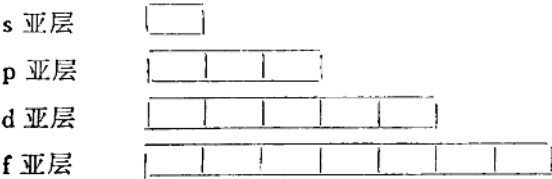
电子层的数目用 1、2、3、4、5……数字表示，相应地也可用 K、L、M、N O……符号表示。K 层离核最近，这层上运动的电子能量最低，与核结合得最牢固。最外层的电子能量最高，与内层上的电子比较与核结合的就不够牢固，因与，从原中分离出来的电子，首先是这些最外层电子。

在同一层上的电子，虽然处于同一能级，但它们在能量大小和运动形正上还是有差别的。因此，又可把同一电子层分成不同的亚层，在每一层中的亚层，按能级由低到高的顺序，依次用 s、p、d、f 等符号表示。根据实验结果，每层的亚层数最多和电子层数相等。如：

- K 层（1 层） 只有 s 亚层
- L 层（2 层） 最多有 s 和 p 二个亚层
- M 层（3 层） 最多有 s、p、d 三个亚层
- N 层（4 层） 最多有 s、p、d、f 四个亚层
-

在 s 亚层上的电子称为 s 电子，p 亚层上的电子称为 p 电子，d 亚层上的电子称为 d 电子。在同一层中，s 亚层的能级最低，处于 s 亚层上的电子与核的结合最紧密。在每一电子层中 p 电子比 s 电子的能量高，d 电子比 p 电子的能量高，f 电子比 s、p、d 电子的能量都高。

各电子层中所容纳电子的最大数目为 $2n^2$ ，n 为电子层数。每一电子亚层又是一个或几个轨道所组成的。s 亚层只有一个轨道，p、d、f 亚层分别有 3、5、7 个轨，而且每一轨道上最多只能容纳自旋方向相反的两个电子，所以 s、q、d、f 各亚层中最多容纳的电子数为 s^2 、 p^6 、 d^{10} 、 f^{14} 。各亚层的轨道数用图表示如下：



五、原子核外电子的排布规律有三条：

1、能量最低原理

在正常状态下，原子内处于能量最低的电子最稳定。因此，核外电子总是尽先充满在能级最低的亚层轨道，然后才依次进入较高能级的亚层轨道。

（由于在较高能级的亚层之间发生能级交错现象，要区分某两个相邻亚层能级的高低就比较困难，我们可以用以下经验公式来判断：

$E = n + 0.7l$ 式中 E 为能量，n 为轨道所处的电子层数，l 表示描述该电子云形状的量子数——s、p、d、f 亚层的 l 值相应等于 0、1、2、3；如判别 4s 和 3d 的能量大小，则有

$$E_{3d} = 3 + 0.7 \times 2 = 4.4, \quad E_{4s} = 4 + 0.7 \times 0 = 4$$

可见, $4s$ 亚层的能级要比 $3d$ 亚层的能级低。)

2、保里 (Pauli) 不相容原理

在同一电子轨道中最多只能容纳两个电子, 而且这两个电子的自旋方向必须相反。
(因为自旋方向相同的两个电子因互相排斥, 不可能在同一轨道内运动)

3、洪特 (Hund) 规则——等价轨道原理

(1)、等价轨道的概念

在同一电子层中的同一电子亚层所包含的几个轨道, 其能级是等同的, 所以将它们称为等价轨道 (如 $2P$ 亚层中的 3 个 P 轨道, $3d$ 亚层中的 5 个 d 轨道等等)。

(2)、洪特规则

洪特规则之一就是在等价轨道上排布电子时, 将尽可能以相同方向自旋分占不同的轨道。

洪特规则之二就是: 等价轨道在全充满 (如 p^6 、 d^{10} 或 f^{14})、半充满 (如 p^3 、 d^5 和 f^7) 和全空 (p^0 、 d^0 和 f^0) 的情况下, 原子的结构最稳定。

综合以上三条原理, 可根据各个电子层中可能有的电子亚层、轨道数、电子数和电子总数, 得出以下的简单结论: 即

每一个电子层最多只能容纳的电子总数为 $2n^2$ (n 为电子层数), 最外层电子总数不超过 8, 次外电子总数不超过 18。这一结论, 又叫做电子层最大容量原理。

六、我们根据原子核外电子的排布情况, 可以将周期系内的元素表分为 5 个组:

1、 S 组元素: 其最外层电子结构是 S^1 和 S^2 型, 它包括第 I、II 全族元素。

2、 p 组元素: 其最外层结构是 S^2p^1 到 S^2p^6 型, 包括第 III、IV、V、VI、VII、主族和 0 族元素。

3、 d 组元素: 其电子层结构是 s^2d^x 、 s^1d^{x+1} 或 s^0d^{x+2} ($x = 1 \sim 8$) 型, 包括第 III 副族到第 VII 族元素。

4、 ds 组元素: 其电子结构是 $d^{10}s^1$ 和 $d^{10}s^2$ 型, 包括第 I、II 副族元素。

5、 f 组元素: 其电子结构是 f^x 型, 包括镧系元素和锕系元素。

七、元素的性质和原子结构及元素周期律的实质

1、同族元素在化学性质和物理性质上的类似性, 决定于原子最外电子层结构的类似性; 而同族元素在性质上的递变, 则决定于原子核外电子层数的依次增加。

2、原子半径的大小的与原子的电子层数, 电子与原子核之间的引力以及电子之间的相互作用有关。一般说来, 核电荷增加, 半径减少; 电子层数增加, 半径增大。

3、元素的金属性和非金属性实际上就是指它们的原子失去电子或获得电子能力的大小。原子失去与获得电子的难易程度, 则主要取决于原子半径的大小和电子层结构。如果电子层结构相同, 则核电荷数越少、半径越大的越易失去电子, 其金属性越强; 反之则越易获得电子, 其非金属性越强。

4、所谓电负性, 就是指原子在分子中吸引电子能力的大小。电负性越大的元素, 其原子吸引电子的能力越大, 即生成阴离子的倾向越大, 也就是说它的非金属性越强。反之, 电负性越小的元素, 其原子吸引电子的能力也越小, 即失去电子而生成阳离子的

倾向越大, 金属性越强。

电负性的大小, 不仅能说明元素的金属性和非金属性, 而且对分子结构中的化学键类型、元素的氧化数和分子的极性等都都有着密切的联系。

5、依照能级组的不同, 元素的周期被划分成特短周期(第一周期——2元素周期)、短周期(第二、三周期——8元素周期)、长周期(第四、五周期——18元素周期)、特长周期(第六、七周期——32元素周期)。所以, 从原子结构理论来看, 长周期表要比短周期表优越, 它更能真实地反应出诸元素的内在联系。根据这些周期的排列特点, 我们也可以预测未来的第八、九周期将是50元素的超长周期。

6、元素原子所具有的电子层数同该所在的周期数相对应; 原子的最外电子层中的S电子数(S组和ds组)或S+P电子数(P组)或d+s电子数(d组, 但第八族的钴、镍族除外)同该元素所在的族数相对应。利用这个规则, 可以根据原子序数或元素在周期系中的位置, 推出该原子的电子层结构。

总之, 元素性质的周期性决定于元素原子的电子层结构的周期性。这就是周期律的实质。

重 点 和 难 点

- 1、原子核外电子的运动状态和排布规律
- 2、元素性质与原子结构的关系

复 习 题 解:

- 1、原子序数的意义是什么?

答: 由于元素中有一种特处性的基本数量在有规律的增加着, 而这个数量只能是该元素原子的核电荷数。这个核电荷数就是该元素的原子序数。

- 2、已知某元素在周期表中第五周期第六主族位置上, 试写出它的电子层结构。

解: 据题意可知, 该元素具有5个电子层和6个价电子(S电子和P电子), 再根据电子层最大原理和各周期来惰性气体的电子层结构, 可以判断出它的电子层结构为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^4$ 。

- 3、根据下列元素在周期表中的位置, 推出它们的金属性与非金属性的强弱, 并按金属性减弱的顺序排列一横行。 $_{56}\text{Sb}$ $_{55}\text{Cs}$ $_{38}\text{Sr}$ $_{34}\text{Se}$ $_{16}\text{S}$ $_{33}\text{As}$ $_{9}\text{F}$

解: $_{55}\text{Cs}$ $_{56}\text{Ba}$ $_{38}\text{Sr}$ $_{51}\text{Sb}$ $_{33}\text{As}$ $_{34}\text{Se}$ $_{16}\text{S}$ $_{9}\text{F}$

——金属性依次减弱——→

- 4、为什么在第七族元素中锰付族(Mn、Tc、Re)具有金属性? 而与同族的卤素却是典型的非金属? 根据这些元素的原子结构加以解释。

解: 锰族和卤素同属第七族, 都具有7个价电子, 但锰族元素的7个价电子中, 有5个是在次外层d轨道上处于半充满的稳定状态, 最外层只有2个S电子离核最远, 极易失去而成为阳离子, 故具有金属性。而卤素原子的7个价电子都处于最外层的S、P

轨道上，离稳定结构只差一个电子，它们分别与同周期的锰族元素相比，最外层电子数都多了五个，与核的吸引力大得多，故难以失去电子反而易获得一个电子变为具有 8 电子层稳定结构的倾向极大，所以是典型的非金属。

第二章 分子结构

内 容 提 要

一、化合价只不过肯定了不同元素原子间相互化合或置换时的数量关系，并不能说明原子间相互作用的本质。化学键则是以说明分子中相邻两个或多个原子之间所存在着的一种相互作用力。

二、化学键大致可分为离子键、共价键和金属键三种基本类型。电负性相差较大的两原子相互化合时，往往形成离子键，以离子键形成的化合物叫离子化合物，以离子键结合的元素化合价叫电价，离子键的特征是无方向性和无饱和性。电负性相差不大或相同的原子间相互结合时，则一般形成共价键，以共价键结合的元素化合价叫共价，共价数则为各元素原子提供参与组成电子对的电子数目。共价键的特征是有方向性和饱和性。

三、分子内部正、负电荷的重心能重合的叫非极性分子。而分子内部正、负电荷重心分离、具有一偶极的分子叫极性分子或偶极子。形成极性分子的结构因素，首先在于键的极性，其次是分子的几何形状不对称。

四、分子(或原子、离子)的外层价电子轨道在外电场的影响下，可以偏向正电场一边移动，称为分子(或原子、离子)的变形，变形的结果是使分子产生了暂时的偶极，叫做诱导极性，这个变形过程称为分子(原子、离子)的极化。诱导极性随着外电场的消失而消失。

五、一切分子之间相互靠近时所显示分来的吸引力终为分子间力，它包含三种因素：极性分子偶极间的吸引力——取向力；诱导偶极间的引力——诱导力；瞬时偶极间的引力——色散力。其中色散力是主要的分子间力，组成分子的原子数越多越大，则分子间的色散力越强。分子化合物有较强的分子间力时，则具有较高的沸点和熔点。

六、晶体的性质决定于构成晶格的粒子(成分)及它们之间作用的性质和强度。现归纳如下表：

晶 体 类 型	晶 格 粒 子	结 合 力	熔 点	硬 度	机 械 性 能	晶 态 电 性	熔 态 电 性	导 热 性	溶 解 性 及 其 他
离子晶体	正、付离子	离子键	较高	硬	脆	低	高	低	易溶于极性溶剂
共价晶体	原 子	共价键	很高	很硬	脆	低	低	低	一般不溶
分子晶体	非极性分子	分子间力	低	较软	脆弱	低	低	低	易溶于非极性溶剂
	极 性 分 子	"	"	"	"	"	"	"	易溶于极性溶剂
金属晶体	原子，自由电子和正离子	金属键	不一致	不一致	有可塑性	高	高	高	一般不溶，有金属光泽

七、根据甲烷 CH_4 分子中的四个化学键是完全等同（键角都是 $109^\circ 28'$ ，键长都是 $1.09\text{\AA}$ ）的事实，杂化理论认为：

1、能量相近的几个原子轨道可以在化学反应过程中发生混杂重新组合成新的原子轨道，即杂化轨道；

2、杂化轨道数与组合前的原子轨道数相同，这些杂化轨道是完全等同的；（如在有机化合物 CH_4 中，碳原子最外电子层的1个S轨道与3个P轨道发生杂化而形成4个完全等同的 sp^3 杂化轨道，所以甲烷分子中的四个化学键的键长都是 $1.09\text{\AA}$ ）

3、杂化轨道互相排斥，力图在空间取最可能大的键角（如4个 sp^3 杂化轨道在空间互相排斥，而取得四个完全等同的最大键角—— $109^\circ 28'$ ）

以上这些过程发生的根本原因，是为了使体系的能量尽可能降低而更加稳定。

4、杂化轨道可以有很多种类，如 sp^2 、 sp 、 sp^3d^2 、 d^2sp^3 等等。

重 点 和 难 点

离子键、共价键和配价键的形成条件和各自的特征；物质的性质与其分子内部结构的关系。

复 习 题 解

1、比较说明：

（1）、化合价——是不同元素原子间互相化合（或置换）时的数量关系，化合价不能为0；

氧化数——它表示元素在分子中的氧化态，即元素原子获得或失去（包括部分失去或得到——偏移）电子的数目，它可以为0。

（2）、氢键——氢键的本质主要是静电作用，同时兼有电子对的偏移，斥力和范德华力，它是一种特殊的并具有方向性、饱和性的分子间力。

缔合——凡由简单分子结合成为复杂分子而不引起物质化学性质改变的现象称为缔合。氢键的形成，是分子缔合的主要因素。

极性分子——键的极性或正负电荷重心不能重合所引起的一端带部分正电，另一端带部分负电的分子就叫极性分子。

偶极矩——表示分子极性大小的一种物理量。即 $\mu = q \cdot l$

2、分明标明下列物质哪些是离子化合物，哪些是共价化合物？

KBr ， PCl_5 ， CaCl_2 ， H_2S ， NaOH ， F_2 ， CaO ， NH_3 ， Na_2O ， $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

解：以上属于离子化合物的是： XBr ， NaOH ， CaCl_2 ， CaO ， Na_2O ；

属于共价化合物的是： PCl_5 ， H_2S ， NH_3 ， $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ；

既不是离子化合物又不是共价化合物的是 F_2 ，它属于单质。

3、 MgO 与 NaF 的晶体结构相同，相应离子的电子层结构相同，相应的离子半径

也差不多，试解释为什么前者的熔点（2800°C）比后者（988°C）高，而前者硬度几乎比后者大一倍（分别是6.5和3.2）

解：MgO与NaF都属于离子化合物（离子晶体）。而离子化合物之间熔点、硬度的差异，主要视其静电引力的相对大小，即离子晶体熔点的高低和硬度的大小主要取决于阴、阳离子所带电荷的多少和离子半径的大小。在Na⁺和Mg²⁺离子半径相同、O²⁻与F⁻离子半径也相同的情况下，因为Mg²⁺带有2个正电荷，O²⁻带有2个负电荷，它们相应地比Na⁺，F⁻都多一个电荷。而离子所带电荷越多，离子间的相互引力就越大，结合就越牢固，所以MgO的熔点要比NaF的高，硬度也比NaF大一倍。

第三章 化学反应与化学平衡

内 容 提 要

一、表示化学反应快慢的程度叫化学反应速度。表示单位是摩尔/升·秒。

二、有效碰撞是指能产生化学反应的分子间的碰撞。

三、具有较高能量，能发生有效碰撞的分子叫活化分子。使一般分子变成活化分子时所需要的最低能量叫活化能，单位是千卡/摩尔。

反应的活化能越大，其反应速度越慢；反之，活化能越小，其反应速度越快。升高温度，分子运动加快，能使活化分子的百分率增高或有效碰撞机会增多，反应速度加快；加催化剂能降低反应所需的活化能，从而增大活化分子的比率，因而使反应速度加快；增加反应物浓度，亦即使单位体积内的分子或活化分子数增多，反应速度加快。所以，影响化学反应速度的主要因素是：浓度、温度和催化剂。（对于有气体参与反应来说，增加反应体系的压力，实际上也是增大反应物的浓度，所以反应速度也加快）

四、能加快反应速度而本身在反应前后保持质和量不变的物质叫催化剂。因催化剂的存在而加快反应速度的现象叫催化作用。

五、质量作用定律：当温度恒定时，反应速度与各反应物浓度的乘积成正比。公式为：

$$V = K[A] \cdot [B]$$

六、化学平衡研究化学反应的可能性、方向性和反应限度，它是一个关键性的基本理论，存在于每一个化学反应之中。

化学平衡的存在，要以保持条件不变为前提，而绝对不变的条件是不可能有的。条件的改变就破坏了平衡，各有关物质的浓度就会发生变化。这种因条件的改变，使化学平衡体系中正反应与逆反应的速度不再相等，因而使各有关物质的浓度发生变化的过程，叫做化学平衡的移动。

影响化学平衡的外界条件主要有：浓度、温度和压力。

七、吕·查德里（Le châtelier）原理：

如改变平衡状态的条件（浓度、压力、温度）之一，则平衡向着消除外来影响、恢

复原有状态的方向移动。这一普遍规律就叫做吕·查德理原理。

根据吕·查德里原理，在平衡体系中增加任一作用物浓度，则平衡向着减少该物质浓度的方向移动；或减少某一物质的浓度，则平衡向产生此物质的方向移动，以恢复原有状态。升高温度，平衡向吸热方向移动，以尽力恢复原有低温；或降低温度，平衡向着放热方向移动，以尽力恢复原有的高温。增加压力，平衡向着减少体积（减少气体的总分子数）的方向移动，以尽力消除压力；或减小压力，平衡则向着增大体积（增加气体的总分子数）的方向移动，尽力恢复原有压力。化学平衡移动后在新的条件下，反应体系又会达到新的平衡。

八、化学反应达到平衡状态时各生成物浓度的乘积与各反应物浓度乘积的比值，叫做平衡常数。如在 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ 平衡体系中：

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$$

值得注意的是，以上所述的各物质浓度不是任何时候的浓度，而是反应达到动态平衡后各物质的浓度。

平衡常数的 K_c 只与参加化学变化的物质本性及其温度有关。而与浓度无关。从平衡常数表达中可以看出，平衡常数 K_c 值越大，表示平衡时生成物的浓度也越大，反应越完全，产量越高。

重点和难点

影响化学反应速度的主要因素和化学平衡的外界条件是本章要掌握的重点，特别不要把二者搞混淆。

平衡常数和物质浓度的关系与换算，是本章的难点。

复习题解

1、氨的合成反应是 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 。在某温度达到平衡时，各物质浓度如下： $[\text{N}_2] = 3$ 摩尔/升， $[\text{H}_2] = 9$ 摩尔/升， $[\text{NH}_3] = 4$ 摩尔/升。求这时的平衡常数。

解：
$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{4^2}{3 \times 9^3} = 7.32 \times 10^{-3}$$

2、设下列体系分别在密闭容器中达到平衡，如加压或升高温度各有何影响？

- ①、 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{热}$
- ②、 $\text{CaCO}_3(\text{固}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{固}) + \text{CO}_2(\text{气}) - \text{热}$
- ③、 $\text{N}_2(\text{气}) + \text{O}_2(\text{气}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{气}) - \text{热}$
- ④、 $\text{PCl}_5(\text{固}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{液}) + \text{Cl}_2(\text{气}) - \text{热}$
- ⑤、 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + \text{热}$

解：①、加压，平衡向 $\rightarrow$ ；加温，平衡向 $\leftarrow$ 。

②、加压，平衡向 $\leftarrow$ ；加温，平衡向 $\rightarrow$ 。

③、加压，平衡不受影响；加温，平衡向 $\rightarrow$ 。

④、加压，平衡向 $\leftarrow$ ；加温，平衡向 $\rightarrow$ 。

⑤、加压，平衡向 $\rightarrow$ ；加温，平衡向 $\leftarrow$ 。

3、在密闭容器中加热 NO_2 使达到平衡， $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$ 各物质的平衡浓度为： $[\text{NO}_2] = 0.06$ 摩尔/升， $[\text{NO}] = 0.24$ 摩尔/升， $[\text{O}_2] = 0.12$ 摩尔/升。试求该温度下的平衡常数及原始浓度。

$$\text{解： } K_c = \frac{[\text{NO}]^2 + [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{0.24^2 \times 0.12}{0.06^2} = 1.92$$

各物质的原始浓度的计算：

因为 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$

平衡浓度：0.06 0.24 0.12

所以， NO_2 的原始浓度应该为 $0.06 + 0.24 = 0.30$ 摩尔/升， NO 和 O_2 的原始浓度均为零。

4、设在2升的密闭容器内装入162.56克碘和1.28克氢、加热到一定温度，达到平衡时容器中有几克碘化氢？（已知该温度时反应 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ 的平衡常数 $K_c = 64$ ）

解：

H_2	+	I_2	$\rightleftharpoons$	2HI
--------------	---	--------------	----------------------	--------------

$$\text{反应开始时的摩尔数 } \frac{1.28}{2} = 0.64 \qquad \frac{162.56}{254} = 0.64 \qquad 0$$

$$\text{平衡时的摩尔浓度： } \frac{0.64-x}{2} \qquad \frac{0.64-x}{2} \qquad \frac{2x}{2}$$

代入平衡常数方程式得：

$$K_c = \frac{\left(\frac{2x}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.64-x}{2}\right)^2} = 64$$

$$\text{两端开方得： } \frac{2x}{0.64-x} = 8$$

故， $X = 0.512$ （摩尔）

那么，平衡时容器中 HI 的重量为 $0.512 \times 2 \times 218 = 131.07$ 克

第四章 溶 液

内 容 提 要

一、溶液和分散系的概念：

我们通常所讲的溶液、是由两种或两种以上物质所组成的一种均匀混合物。这种均