

化工中级工培训试点班讲义

化 学 基 础

上 册

天津市化学工业局教研室

上册目

第一章 基本概念.....	1
第一节 物质.....	1
一、什么叫化学.....	1
二、物质和能量.....	2
三、物质的变化和性质.....	4
四、物质的组成.....	5
五、物质的分类.....	8
第二节 物质的测量.....	15
一、质量和重量.....	15
二、体积、密度和比重.....	15
三、温度和压强.....	17
四、原子量、分子量和摩尔.....	21
五、化合价和当量.....	26
六、化学方程式及其计算.....	33
七、物质测量的基本单位.....	39
第三节 物质状态.....	42
一、物质状态的变化.....	42
二、气体分子运动的基本理论.....	43
第四节 气体的基本定律.....	45
一、气体的体积与其压强的关系——波义耳定律.....	45
二、气体的体积与温度的关系——查理士—给吕萨克定律.....	74

三、气体的体积与其分子数的关系——阿佛加德罗定律.....	49
四、理想气体状态方程.....	50
五、混合气体的性质.....	50
六、气体的液化.....	68
本章小结.....	74
习题.....	79

第二章 物质的结构.....82

第一节 原子的结构.....82

一、原子的组成.....82

二、电子的运动状态.....83

第二节 原子核外电子的排列.....84

一、原子核外的电子运动.....84

二、原子核外电子排列.....88

第三节 原子的结构与元素的性质.....96

一、原子核外的电子排布与元素的性质.....96

二、原子结构与元素周期律.....100

三、元素周期表.....102

第四节 分子结构.....109

一、化学键.....109

二、离子键.....109

三、共价键.....112

四、氢键.....121

五、金属键.....122

六、化合键的本质.....122

本章小结.....	124
习题	127
第三章 重要元素及其化合物	128
第一节 主族元素	128
一、卤族元素及其重要化合物.....	128
二、氧族元素及其重要化合物.....	133
三、氮族元素及其重要化合物.....	140
四、碳族元素及其重要化合物.....	150
五、硼族元素及其重要化合物.....	159
六、碱土金属及其重要化合物.....	162
七、碱金属及其重要化合物.....	166
第二节 重要的付族元素	169
一、通性.....	169
二、铁及其重要化合物.....	170
三、铜.....	173
四、锌.....	174
五、铬.....	175
六、锰.....	176
七、钛.....	177
第三节 络合物	178
一、络合物的概念.....	178
二、络合物中的化学键.....	180
三、络合物的命名.....	182
四、络合离解平衡及络合物的稳定性.....	183
五、络合物的重要性.....	184

习题	185
第四章 溶液及相平衡	191
第一节 溶液的基本概念	191
一、溶液	191
二、饱和溶液	192
三、饱和蒸气压	193
第二节 溶解度	194
一、溶解度的定义	194
二、影响溶解度大小的因素	195
三、溶解度的计算	197
第三节 溶液的浓度	199
一、溶液的浓度定义	199
二、常用的溶液浓度表示法	199
三、常用溶液浓度的换算	205
第四节 稀溶液的性质	206
一、溶液的蒸气压下降	206
二、溶液的沸点上升	211
三、溶液的凝固点下降	212
四、溶液的渗透压	214
第五节 相平衡	217
一、概述	217
二、单组分物系	220
三、二组分物系	222
四、三组分物系	225
本章小结	228

习 题	231
第五章 化学反应速度和化工生产中的最大产率	234
第一节 化学反应速度	234
一、化学反应速度	234
二、影响化学反 应速度的主要因素	236
第二节 化工生产的最大产率计 算	240
一、化学平 衡	240
二、影响化学平衡的主要 因素	244
三、化工生产中最大产率的计 算	248
本章小 结	252
习 题	254

第一章 基本概念

第一节 物质

一、什么叫化学

化学是一门研究物质性质和物质变化规律的科学。它研究物质发生变化的原因和条件，以及伴随着这些变化而发生的各种能量变化（例如：发热、发生气体、产生电流、发光等）。

但物质的性质和物质变化，往往都和物质的组成和结构有着密切的关系，如水和汽油，岩石和煤，钢材和木材等，它们之间有着许多明显区别，汽油，煤和木材可以燃烧，而岩石和钢材不可以燃烧，水还可以灭火。这些物质的性质和变化有所区别，主要由于这些物质的组成和结构不同。

所以说，化学是研究物质变化、性质、组成和结构的科学。

化学是我们学习化工生产的一门基础知识。化学对于我国实现农业、工业、科学技术和国防四个现代化有十分重要的作用。如化肥、农药、药品、合成塑料、合成橡胶和合成纤维，以及原子能、导弹、飞机需要的高温材料和高能燃料，电子工业需用的高纯物质等等，这些材料和产品的生产都要用到化学知识。

二、物质和能量

1. 物质

化学研究的对象是物质。那么，什么是物质呢？在我们日常生活和生产中，周围各种各样的东西和机器，原料和产品都是由各种不同的物质组成。从天上的太阳、月亮、星星、到地面上的水、空气、土壤、岩石、动物和植物；从生活中接触到的桌、椅、书、笔、收音机和电视机，到生产中接触到的泵、压缩机、反应器、换热器、石油、煤、矿石、化肥、塑料和合成纤维等，这些都是物质。

物质是用作于我们感觉器官而引起我们有感觉的东西，物质是占有一定空间和具有质量的东西。物质大的可以用肉眼看见，小的肉眼看不见的有原子，电子、光子等。这些都是物质的不同存在形式。

在我们周围的物质是在不停止的运动着。地球在自转、机器在转动、汽车在行驶、物质在变化。岩石风化而变成粘土，空气流动而形成了风；植物吸收二氧化碳进行光合作用而结出丰硕的果实；食品在人体内经过复杂的变化使人得以生活和工作；石油经过加工可以生产出各种重要的产品。这一切都是物质在变化，在以不同的形式在运动。所以说，有物质存在必然有物质的运动，有运动的发生就必然是物质的运动。

2. 能量

物质的变化和运动，总是伴随着各种能量的变换。水加热产生的高压蒸汽可以带动蒸汽机使火车运行；高位的水可以推动水轮机使发电机发电；电又可以使马达运转带动机器工作；汽油在汽缸内燃烧可以使汽车行驶；炸药的强烈反应

产生的气体可以筑路开矿。这些现象都是由于物质的变化和运动而引起。使能量由一种形式转换到另一种形式。位能可以转换成动能，机械能、电能，而电能又反过来变成机械能和动能，物质化学反应时的化学能也可以变成动能、机械能和电能。这些能量的转换，都是物质不同运动形式。各种能量都可以为人类作出贡献，都具有作功的本领。能量可以用不同的形式表现出来。所以说，能量可以定义为做功的本领。

3. 物质和能量守恒定律

在科学高度发展的今天，很多实验和生产的事实告诉我们，一般的化学反应过程中是看不出物质在数量上有增减的，只是由一些物质变化成另一些物质，但是变化前后的物质是相等的。这就是物质守恒定律

同样可以证明在化学变化过程中，化学能可以转化为其它形式的能，或者其它形式能转化为化学能。但这种能量只能相互转化，而不能自生自灭。即变化前后的能量是相等的。这就是能量守恒定律。

物质的存在和物质运动是不可以分割的，也是同时发生的，而能量又是物质的运动形式。所以说物质和能量不应该看成是两种不同的东西，而是两种不同的存在形式。

物质和能量之间有着密切的联系，例如在原子能和核反应过程中，具有一定质量和占有一定空间的铀元素，裂变转化成能量了。1克铀的核裂变反应所产生的能量相当于燃烧3吨煤或200公斤汽油，1克铀裂变所产生的爆炸力相当于20吨烈性炸药，同样可以证明从能量也能转化成有质量的物质。在一般的化学反应中也发生着质量与能量的互相转化，只不过化学反应前后质量相差的极小，无法测量出来。

正因为物质和能量有着如此密切不可分的关系，我们把通常的物质称为静质量，而把能量称为物质的动质量。如果我们把物质守恒定律和能量守恒定律合并起来讲：在整个宇宙中物质和能量的总数量是固定不变的。

三、物质的变化和性质

1. 物理变化和物理性质

物质的变化是多种多样的。例如水加热变成水蒸汽，而水蒸汽冷凝又变成水。木材加工制成家俱。钢锭轧成钢筋。这些变化只改变了物质的外部形状，而没有改变物质的组成，更没有新物质的产生。我们把这种变化叫做物理变化。

物质在物理变化时，所表现出来的性质叫做物理性质。如状态、颜色、气味、比重、沸点、熔点等等，都是物质的物理性质。

2. 化学变化和化学性质

物质的另一种变化，不仅物质的外形有了改变，物质本身的组成也发生了变化，而且又产生了新的物质。例如炭在空气中燃烧产生了二氧化碳，铁在潮湿空气中生锈而变成了铁锈，石灰石煅烧成了生石灰，这些变化都有新的物质产生。我们把物质变化后生成新物质的变化叫做化学变化。

物质在化学变化时所表现出来的性质叫做化学性质。如化合、分解、氧化还原等等，都是物质的化学性质。

物理变化和化学变化是物质的两种不同的变化，但在许多情况下，它们又常是在一起发生的。例如点燃蜡烛时，固体的蜡受热熔化，这是物理变化，同时它燃烧变成了水蒸汽和二氧化碳又是化学变化，一般说来，物质发生物理变化时

不一定有化学变化，但发生化学变化时，一定有物理变化的发生。

四、物质的组成

1. 分子

我们知道自然界的一切东西，都是由物质组成的，而物质是在不断的变化着和运动着。那么物质到底是由什么组成的呢？

让我们这样设想一下，把一粒食盐不断的分割时，这粒食盐就会变得越来越小。分割到最后，这粒食盐将会变得很小很小，不但我们肉眼看不见甚至在最好的显微镜下也看不见它。但总不会变得没有，它还是食盐，仍保持着食盐的各种化学性质。我们把这种保持物质的化学性质的一种微粒叫分子。

分子有以下的特点：

（1）同种分子的大小，质量和性质都相同；不同种物质的分子的大小，质量和性质不相同。

（2）分子总是在不停地运动着。

（3）分子和分子间是有一定间隔的。

我们用分子的定义，可以从本质上来说明物理变化和化学变化的区别。

水加热变成水蒸汽是物理变化。这是因变化前的水和变化后的水蒸汽都是由水分子组成的同一种物质。只是状态变化了，而水分子仍保持着原有的化学性质不变。所以说，如果物质的分子没有改变，没有新物质的分子产生，这样的变化是物理变化。

炭在空气中燃烧变成二氧化碳是化学变化。这是因为变化前的炭和空气中的氧与变化后的二氧化碳是不同分子组成的不同物质。在变化过程中物质分子发生了变化，有新的分子产生。所以说，如果物质的分子发生了变化，有新的物质分子的产生，这样的变化就是化学变化。

2. 原子

在化学工业中，我们把水通上电流，水就分解成氢气和氧气。把食盐水通上电流，食盐水就分解放出氢气和氯气。我们知道，水是由水分子组成的，食盐水是由氯化钠分子和水分子组成的，但通上电流后为什么会有氢气、氧气和氯气产生呢？

首先可以肯定上面的两个反应过程是化学变化，因为有了新的分子生成。另外也可以看出水分子和氯化钠分子是可以再分的。它们在化学变化中，又分解出更小的微粒，氢微粒、氧微粒和氯微粒。而这些更小的微粒又重新组合成氢分子，氧分子和氯分子。在工业上我们也可以把氢气和氧气燃烧变成水。把氢气和氯气燃烧后变成氯化氢。

通过以上的生产事实可以证明，物质在化学变化过程中，原来的物质分子分解成更小的微粒，再经过重新组合，变成新物质的分子。我们把这种物质在化学变化中的最小微粒叫原子。

在化学反应中，分子可以分成为原子，分子分解组成原子后，不再保持原物质的化学性质。原子也是在不断运动着，化学反应是原子运动的一种形式。

3. 元素

在化学里，我们把性质相同的，同一种类的原子叫元

素。元素也是同一种类原子的总称。更科学地讲，我们把具有相同质子数的同一类的原子总称为元素。

元素和原子的区别是元素代表原子的种类，而讲原子时，可以指明个数。例如氧分子可以说是由氧元素组成；也可以说是由二个氧原子组成。水分子可以说是由氢、氧两种元素组成；也可以说是由二个氢原子和一个氧原子组成，但不能说是由两个氢元素和一个氧元素组成。原子是有可数性的，而元素是具有不可数性的。

自然界的一切物质都是由元素组成的。有的组成比较简单，如氧气是由氧元素组成，铁是由铁元素组成。这种由同一种元素组成的物质叫单质。单质又可以分为金属单质，如铁、铜、铝等；非金属单质，如氧气、氢气、硫、碳等等。组成金属单质的元素叫金属元素。组成非金属单质的元素叫非金属元素。但大多数的物质的组成是比较复杂的，如氨是由氢和氮两种元素组成，聚氯乙烯是由碳、氢和氯三种元素组成，这种由不同种元素组成的物质叫做化合物。

现在我们已经知道的元素有107种。但各种元素在自然界里分布的情况是很不一致的。如我们居住的地球（包括大气层）主要是由氧、硅、铝、钙、钠、钾、镁、氢等元素组成。以上元素就占地球总数量的98%以上。而氧元素则几乎占到一半。

在化学里，为了书写上的方便，采用一定的符号来表示各种元素，这种符号叫元素符号。元素符号除表示一种元素外，还表示这种元素的一个原子，表示这种元素的原子量。

常见的一些元素的名称，符号和原子量（近似值）见表

表1—1 常用的元素表

元素 名称	元素 符号	原子 量	元素 名称	元素 符号	原子 量	元素 名称	元素 符号	原子 量
氢	H	1	钠	Na	23	铟	Sb	122
氮	N	14	镁	Mg	24	钡	Ba	137
氧	O	16	铝	Al	27	锡	Sn	119
氟	F	19	钾	K	39	钨	W	184
氯	Cl	35.5	钙	Ca	40	金	Au	197
溴	Br	80	铬	Cr	52	汞	Hg	200
碳	C	12	锰	Mn	55	铅	Pb	207
硅	Si	28	铁	Fe	56	铂	Pt	195
磷	P	31	铜	Cu	63.5	镭	Ra	226
硫	S	32	锌	Zn	65	钍	Th	232
碘	I	127	银	Ag	108	铀	U	238

五、物质的分类

1. 纯净物和混合物

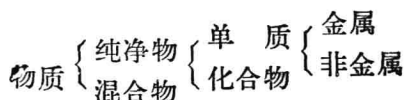
物质是由分子构成的，如果按组成物质分子的种类进行分类时，那么，由同一种分子构成的物质叫纯净物。例如，氧是由氧分子组成，纯水是由水分子组成。由不同种分子构成

的物质叫混合物，例如，空气是由氧分子，氮分子等几种不同的分子组成，盐水是由氯化钠分子和水分子两种不同的分子组成。氧气和水都是纯净物，而空气和盐水都是混合物。

单质和化合物都是纯净物质，它们都是仅由一种分子组成。所以纯净物具有固定不变的组成和性质。而混合物是由不同分子组成。所以混合物没有固定的组成和性质，随着混合物组成的变化，它的性质也就变化。盐水是混合物，它的沸点就随着盐水中氯化钠的含量增加而增高。

在自然界里，完全纯净的物质是没有的。化学上根据纯度的高低把纯净物分为光谱纯、优级纯、分析纯、工业纯等级别。

物质可分为：



2. 有机物和无机物

很早以前人们把自然界的物质分为三大类，即动物、植物和矿物。以后又把来自有生命力的动物和植物的物质称为“有机物”。矿物没有生命力，就称为“无机物”。随着科学的发展，人们可以用无机物做原料制造很多有机物。很多事实证明，在有机物和无机物之间，不存在绝对的界限。目前，还沿用“有机化合物”这名称只是由于习惯，并不包含“有生命力”意义。

现在我们把含有碳元素的化合物叫做有机化合物（简称有机物）。研究有机化合物的化学叫做有机化学。目前有机化合物已达几百万种。并且有熔点低，易燃烧和难溶于水的性质。利用农作物及天然气，石油和煤为主要原料，可以生产染料，医药，合成纤维、塑料和橡胶等各种产品，广泛的

应用于生活和生产建设中。一般有机化合物中除含碳元素外还有氧、氢、氯、氮、硫、卤素和金属元素等。但一些碳的氧化物(CO , CO_2), 碳酸及碳酸盐等不包括在有机物中。

我们把不含有碳元素的化合物叫做无机化合物(简称无机物)。研究无机物的化学叫做无机化学。目前无机化合物只有几万种。并且大多数有高熔点, 不易燃烧和易溶于水等性质。一些氧化物、酸、碱、盐和化肥的生产, 都属于无机化合物的生产。

3. 无机物的分类

(1) 氧化物

由氧和另一种元素组成的化合物叫做氧化物。根据化学性质不同, 氧化物又分为:

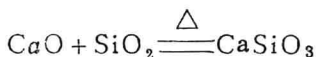
(i) 碱性氧化物: 凡能和酸反应, 生成盐和水的氧化物叫做碱性氧化物。如 Na_2O 、 CuO 等。

a. 跟酸反应生成盐和水。例



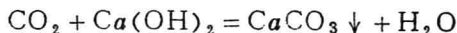
b. 跟水反应生成碱。例 $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$

c. 跟酸性氧化反应生成的含氧酸盐。例

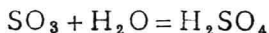


(ii) 酸性氧化物(或称酸酐): 凡能和碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。如 CO_2 、 SO_2 等。

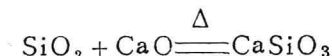
a. 跟碱反应生成盐和水。例



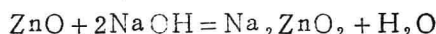
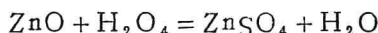
b. 跟水反应生成含氧酸。例



c. 跟碱性氧化物反应生成含氧酸盐。例



(iii) 两性氧化物：既能和酸反应生成盐和水，又能和碱反应生成盐和水的水的氧化物叫做两性氧化物。如 ZnO 、 Al_2O_3 等。



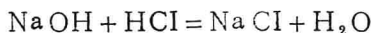
除上面三种氧化物外，还有一种氧化物，如 CO 、 NO 它们和酸、碱和水都不起反应。这类氧化物叫做不成盐氧化物。

(2) 碱

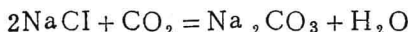
电解质电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子 (OH^-) 的化合物叫做碱。如 NaOH 、 Ca(OH)_2 等。

(i) 碱溶液和酸碱指示剂反应。使红色石蕊试纸变蓝；使无色酚酞变红；使甲基橙由橙变黄。

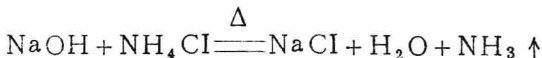
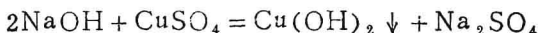
(ii) 跟酸反应生成盐和水 (中和反应)。例



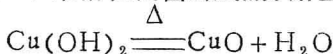
(iii) 跟酸性氧化物反应生成盐和水。例



(iv) 跟盐反应生成新碱和新盐。例



(v) 难溶性的氢氧化物加热分解生成金属氧化物和水。例



(3) 酸

电解质电离时所生成的阳离子全部是氢离子 (H^+) 的化