

基础化学

(上)

(农学、植保、兽医)

华北农业大学土化系

一九七四年

毛主席語錄

教育必須为无产階級政治服务，必須同生产劳动相結合。

理論的基础是实践，又轉过来为实践服务。

你們学自然科学的，要学会用辯証法。

要自学，靠自己学。

大学生，尤其是高年級，主要是自己研究問題。

要把精力集中在培养分析問題和解决問題的能力上。

我們能夠学会我們原来不懂的东西。我們不但善于破坏一个旧世界，我們还将善于建設一个新世界。

目 录

第一章 化学基本概念	7
第一节 物质和物质的变化	7
一、物理变化和化学变化	7
二、物理性质和化学性质	8
第二节 分子、原子和原子量	9
一、分子	9
二、原子	10
三、原子量	11
第三节 原子的组成	12
第四节 元素、元素符号和同位素	14
一、元素	14
二、元素符号	15
三、单质和化合物	15
四、同位素	16
第五节 分子式和分子量	17
一、分子式和分子量	17
二、分子式在计算上的应用	18
三、克原子和克分子	19
第六节 化合价	20
一、化合价	20
二、根据化合价写分子式	22
第七节 化学方程式	22
一、物质不灭定律	22

	二、化学方程式	23
	三、根据化学方程式的计算	25
第二章	碱、酸、鹽和氧化物	28
第一节	碱	28
一、	氢氧化钠 (NaOH)	28
二、	氢氧化钙 [Ca(OH) ₂]	29
三、	碱的共性	30
第二节	酸	32
一、	盐酸 (HCl)	32
二、	酸的共性	34
第三节	硫酸和硝酸的特性	36
一、	浓硫酸的性质和用途	36
二、	硝酸的性质和用途	38
第四节	pH 值及其应用	39
第五节	盐	41
一、	盐的组成和命名	41
二、	盐的性质	42
第六节	氧化物	44
一、	碱性氧化物	44
二、	酸性氧化物	44
三、	小结	45
第三章	溶液	48
第一节	悬浊液、乳浊液、溶液	48
第二节	物质的溶解度	49
第三节	溶液的浓度	52
一、	重量百分浓度 (%)	52
二、	p.p.m. (百万分浓度)	55

三、比重 (d)	55
四、克分子浓度 (M)	57
五、重量百分浓度和克分子浓度间的换算	58
第四节 溶液的渗透压	60
第四章 原子结构与元素周期表	64
第一节 原子结构	64
一、原子核外电子的排布	64
二、原子结构与元素的化学性质	67
第二节 元素周期表	69
一、周期表的结构	69
二、原子结构与元素在周期表中的排布	70
第五章 化学键和分子的形成	72
第一节 化学键类型	72
一、离子键	72
二、共价键	73
第二节 极性分子和非极性分子	75
第三节 从化学键看化合价	76
第六章 化学平衡	78
第一节 化学反应速度	78
一、浓度对化学反应速度的影响	79
二、温度对化学反应速度的影响	79
三、催化剂对化学反应速度的影响	79
第二节 化学平衡	80
第三节 化学平衡的移动	82
一、浓度对化学平衡移动的影响	82
二、压力、温度对化学平衡移动的影响	83
第七章 电离和电离平衡	86

第一节	电解质的电离过程	86
第二节	电离平衡	89
第三节	离子反应、离子反应方程式	92
一、	从电离观点看酸、碱、盐	92
二、	离子反应、离子反应方程式	93
三、	酸、碱和盐之间的离子反应	94
第四节	中和反应	96
第五节	盐的水解	96
一、	强酸与弱碱所成的盐	97
二、	强碱与弱酸所成的盐	98
三、	弱酸与弱碱所成的盐	98
四、	强酸与强碱所成的盐	99
第六节	缓冲溶液	100
一、	缓冲溶液	100
二、	缓冲作用的实质	101
三、	缓冲溶液的实际意义	102
第八章	氮、磷	103
第一节	氮	103
第二节	氮和铵盐	104
一、	氮的合成	104
二、	氮的性质和用途	105
三、	铵盐	107
四、	氮肥	108
第三节	氮的氧化物、含氧酸	111
一、	氮的氧化物	111
二、	硝酸和硝酸盐	112
三、	亚硝酸和亚硝酸盐	112

第四节	磷酸和磷酸盐 (磷肥)	113
第九章	氯、硫、氧化还原反应	117
第一节	氯及其重要化合物	117
一、	氯气	117
二、	氯的重要化合物	119
第二节	硫及其重要化合物	120
一、	硫	120
二、	化合价为 - 2 价的化合物——硫化氢、 硫化物和多硫化物	121
三、	化合价为 + 6 价的化合物——硫酸和 硫酸盐	123
第三节	氧化——还原反应	124
第十章	金属元素选论	129
第一节	金属的通性	130
第二节	钾和钠的化合物	131
第三节	钙和镁的化合物	134
第四节	铝及其重要化合物	138
一、	铝的性质和用途	138
二、	铝的氧化物和氢氧化物	140
第五节	络合物的概念	141
一、	络合物的结构	141
二、	络合物的应用	143
第六节	铁、铜、汞及其重要化合物	144
一、	铁及其重要化合物	144
二、	铜及其重要化合物	147
三、	汞的重要化合物	149
第十一章	元素周期律	151

第一节	元素周期律	151
第二节	周期表里元素性质递变的规律	153
一、	元素的金属性和非金属性的递变规律	153
二、	氧化物的水合物酸碱性的递变规律	156
三、	化合价的递变规律	157
第三节	元素在自然界和生物体中的分布	15
附表一、	碱、酸和盐的溶解性表	
附表二、	国际原子量表	

第一章 化学基本概念

第一节 物質和物質的变化

自然界中的一切物体都是由物质构成的，象空气、水、食盐、煤、化肥、粮食等等都是物质。一切物质都永远处于不停的运动、发展变化过程中，毛主席教导我们：“人的認識物質，就是認識物質的运动形式，……自然界存在着許多的运动形式，机械运动，发声、发光、发热、电流、化分、化合等等都是。”化学就是研究物质“化分”和“化合”这种运动形式。

一、物理变化和化学变化

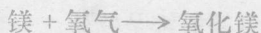
水受热变成水蒸气，水蒸气遇冷变成水，水冷到 0°C 就结成冰。水蒸气、水和冰状态不同，但本质并没有改变，所以它们是同一物质的三种不同状态，它们可以互相变化。大多数物质都有气态、液态和固态三种状态的变化。简称物質的三态，在这三种状态互相变化过程中，沒有产生新的物质，它的组成沒有改变。金属铝可以拉成丝做成电线，也可以压成板做成铝制品如铝盆、铝锅等。铝线和铝盆等虽然形状不同，但都是铝。在变化过程中，不改变物質的組成，不产生新的物質，这种变化叫做物理变化。

物质还有另一类变化叫做化学变化，化学变化在自然界里是非常普遍的。例如，木柴和煤炭的燃烧、铁的生锈、食

物腐败、酿酒、农家肥料的腐熟和饲料发酵等等，都是化学变化，化学变化有什么特点呢？我们可以通过下面实验来进一步认识。

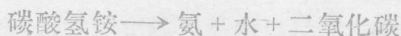
[实验] 取镁条一条，用钳子夹住在酒精灯上点燃，观察镁条燃烧情况。

从实验可以看出，镁条燃烧时发出耀眼的白光，并放出大量的热，生成一种白色粉末氧化镁。镁的燃烧，是镁和空气中的氧反应生成了新的物质——氧化镁，它的变化可用下式表示。



[实验] 取少量碳酸氢铵肥料，放入干燥试管中，用酒精灯小心加热，注意观察试管中发生的变化。

碳酸氢铵受热后，很快就可以闻到有刺激气味的氨气放出，同时试管壁上出现了水珠，如果继续加热，碳酸氢铵就完全消失了。在这个实验里，碳酸氢铵受热分解生成了氨气、水和二氧化碳。



从上面两个实验中可以看出：在变化过程中，使物质的组成发生改变，产生了新的物质，这种变化称为化学变化。

化学变化也叫化学反应，参加化学反应的物质叫做反应物，反应后生成的新物质叫做生成物。例如在镁条燃烧的化学反应中，镁和氧气是反应物，氧化镁是生成物。

二、物理性质和化学性质：

每一种物质在发生物理变化或化学变化的过程中，总要表现出一定的特性，这就是一种物质区别于他种物质的依据。

物质在物理变化过程中或直接反映于我们感观时所表现

出来的性质叫物理性质。如物质的形状、颜色、气味、比重、熔点、沸点、溶解度等。

物质在化学变化过程中表现出来的性质叫化学性质。如炭能燃烧、铁易生锈、碳酸氢铵易分解等分别是它们的化学性质。

第二节 分子、原子和原子量

在自然界中，我们碰到的物质是多种多样的，例如粮食、化肥、钢铁、煤炭、水等等，而这些物质的性质又各不相同，这是什么原因呢？毛主席教导我们：“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。这就是世界上诸种事物所以有千差万别的内在原因，或者叫做根据。”因此我们首先应该了解物质是由什么组成的。

一、分子：

在日常生活中常常遇到一些现象，例如湿的衣服晾一晾就干了，田里施了氨水，老远就能闻到氨的气味，这是因为水的微粒离开了衣服跑到空气中去了，氨的微粒跑到空气中使我们闻到了氨的气味。这些现象都说明了物质可以分成许多极小的微粒，这种微粒叫分子。人们在长期实践中认识到世界上一切物质都是由分子组成的。不同物质由不同分子组成。水由水分子组成，氨由氨分子组成。分子是物质能独立存在的最小微粒，并能保持原物质的化学性质。

分子永远在不停地运动着，彼此间有一定的距离；气态物质如水蒸气、氧气，它们的分子运动自由，彼此距离大，所以气体没有固定的体积和形状，液态物质如水、酒精，它们的分子运动还是自由的，但彼此间距离比较小，有一定的体

积，没有固定的形状。固态物质如蔗糖、食盐，它们的分子运动只是在一定位置上振动，彼此间距离很小，所以有一定的体积和形状。为什么许多物质都有热胀冷缩现象？就是因为温度升高分子运动加快，分子间距离增大，温度降低时，分子运动较慢，分子间距离减小的缘故。

物质由分子组成，那么分子到底有多大呢？分子很小很小，就拿一滴水里的分子个数来说，如果一个人每秒钟数一个水分子，一秒一秒不停地数下去，整整要数上一年也只不过数清了一滴水里全部水分子的二十亿分之一。

分子虽然很小很小，但不同物质的分子大小相差很远，象塑料，蛋白质分子相对来说就很大称为“高分子”；而水的分子都很小。

同种物质的分子大小，重量和性质都相同，不同物质的分子的性质不同。例如构成氧气的氧分子性质相同，而氧分子与构成氮气的氮分子的性质则不相同。物质的性质是由构成它的分子性质所决定的。

学习了分子知识，可以帮助我们进一步认识物理变化和化学变化，物质发生物理变化时，分子并没有变成别种分子，所以物质仍旧是原来的物质；物质发生化学变化时，分子变成了另一种分子，所以有新的物质生成。

二、原子：

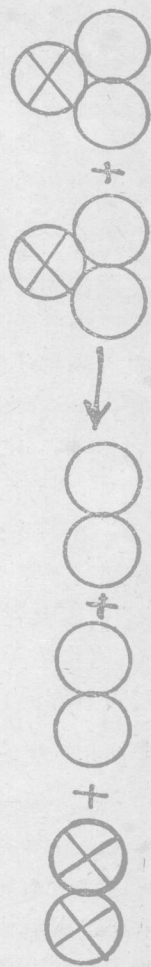
水电解可以得到氢气和氧气，在一定条件下，氢气和氧气又可化合成水，这一事实说明分子不是简单的微粒，而是由更小微粒组成的这种组成分子的更小微粒叫原子。实验证明，氧气分子是由两个氧原子组成；氢气分子是由两个氢原子组成；水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成。水电解为氢气和氧气可用图 1—1 表示如下：

由此可看到：化学反应的實質就是反应物分子里的原子重新組合成新物質的分子。所谓重新組合，只是原子之間相互結合的對象更換了，而不能使一種原子變成為另外一種新原子，即氧原子不能在反應中變成氮原子，氫原子不能變成碳原子或其他原子。所以，又可說原子是物質進行化學反應的最小單位。

三、原子量：

物質的重量很小很小，各種原子的重量各不相同，如，碳原子重量是 0.000,000,000,000,000,000,000,000,01994 克，也就是說在小數點後面還掛上 22 個“0”，也可以寫成： 1.994×10^{-23} 克 [注]，這樣小的數字，記憶和計算都很不方便，所以化學上採用一種特別小的重量單位——**碳單位**來表示原子的重量。一個碳單位等於碳原子重量的 $\frac{1}{12}$ 。我們把用“**碳單位**”來表示的一個原子的重量叫做**原子量**。碳原子量約等於 12“**碳單位**”，氫原子量約等於 1“**碳單位**”，氧原子量約等於 16“**碳單位**”。

圖 1—1 水分子分解為氫分子和氧分子示意圖



[注] 0.1可寫成 1×10^{-1} ，0.01寫成 1×10^{-2} ，0.002寫成 2×10^{-3} ，依此類推。

使用时经常把“碳单位”三个字省略。例如说氧的原子量是16，氢的原子量是1等等。

把所有元素的原子量汇列成表叫元素原子量表，见附表2。

第三节 原子的組成

伟大领袖毛主席教导我们：“事物发展的根本原因，不是在外部的而是内部的，在于事物内部的矛盾性。”物质的不同性质，是由物质内部的矛盾性所决定的。而组成物质的基本微粒是原子，因此，要研究物质内部的矛盾性，就必须先研究原子内部的矛盾性。

原子虽小，但原子内部仍然有着复杂的结构。科学实验已证明，原子是由原子核和核外电子两部分构成的。原子中心有一个核叫原子核，核外面有绕核高速运转的电子。原子核带正电荷，它的半径只有原子半径的十万分之一，如果把原子核放大到一颗小米粒那么大，那么原子的大小就相当于一个直径为100公尺的大球，可见原子核的密度很大，体积很小。核外电子带负电荷，每一个电子带一个单位负电荷，电子的质量很小，约等于氢原子质量的 $\frac{1}{1840}$ ，所以原子的重量主要集中在原子核上。在原子中原子核和核外电子之间是一对矛盾。其矛盾一方面表现在原子核和电子之间存在着相互吸引的倾向，另一方面表现在电子绕核高速运动而产生的远离原子核的倾向。由于这两种对立倾向的共同存在和互相制约，使原子核和核外电子处于一种相对稳定的状态，这就是对立的统一。在原子中，原子核所带的正电荷数（即原子的核电荷数）跟核外电子所带的负电荷数相等。如：氢

原子的核电荷数为 1，同时有 1 个电子绕核高速运动。氧原子的核电荷数为 8，同时有 8 个电子绕核高速运动。因此，整个原子不显电性。不同种类的原子，核电荷数与核外电子数不同，这是造成它们性质不同的内在因素。

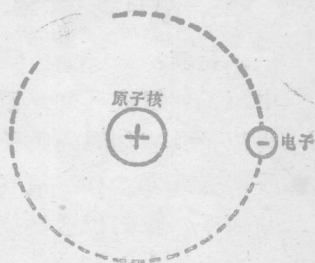
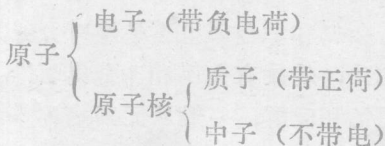


图 1—2 氢原子结构示意图

不仅原子是可分的，而且原子核也是可分的。实验证明原子核可分为带正电荷的质子和不带电的中子。一个质子带一个单位的正电荷，原子核所带的正电荷数等于质子数。不带电的中子，其质量跟质子大约相等，约为 1 “碳单位”。综上所述，原子的组成可概括如下：



$$\text{电子数} = \text{质子数 (核电荷数)}$$

“事物都是一分为二的”，现在知道。不仅原子可分，原子核可分，电子、中子、质子也都是可分的，而且在一定条件下质子、中子可以互相转变。任何物质都是可分的。人类对物质的认识是无穷无尽的，随着科学的发展，将会对原子的结构有更深刻的认识。

第四节 元素、元素符号和同位素

一、元素：

由原子的组成可知，原子是由质子、中子和电子组成，同一种原子具有相同的质子数。我们把具有相同质子数的一类原子叫做元素。如：氧气、二氧化碳、水中都含有8个质子的氧原子，我们把这类原子叫氧元素。氧气、二氧化碳、水的组成中都含有氧元素。

在自然界里，物质的种类非常多，有几百万种，但是，构成这些物质的元素种类并不多，到目前为止，发现了105种。

根据元素的性质，可把元素分为金属元素和非金属元素两大类。铁、铜、铝、钠等都是金属元素。金属都具有一种特殊的金属光泽，一般都能导电、传热，有可塑性。常温下都是固体（汞是液体）。氧、硫、碳、氯等都是非金属元素。非金属元素通常是气态或固体，一般不能导电、传热，没有金属光泽。金属和非金属也不是绝对分开，例如作为半导体材料的锗和硅，就兼有金属和非金属两性。

为了帮助记忆和理解，一般从元素名称来判断元素的类别和常温下的状态。

1. “金”字旁的：表示固体状态的金属元素，如铁、钙、钾。
- 2 “石”字旁的：表示固体状态的非金属元素。磷、碳、硫等。
3. “氵”字旁的：表示液体状态的元素，如溴等。
4. “气”字头的：表示气体状态的非金属元素，如氧、氢、氮等。

二、元素符号：

在化学上为了学习和研究的方便，各种元素都用一定的符号来表示，这种符号叫做**元素符号**。例如：

碳——C 氢——H 氧——O
铁——Fe 铝——Al 钴——Co

书写元素符号时应注意：如果只有一个字母，必须大写，如果是两个字母，第一个字母必须大写。

第二个字母必须小写，否则容易发生误会。如钴元素的符号是“Co”若写成“CO”就错了，因为“CO”表示一氧化碳。

元素符号具有三种意义，用氧的符号作例子表示如下：

元素符号具有的意义	以氧“O”为例
1.表示一种元素	“O”代表氧元素
2.表示这种元素的一个原子	代表一个氧原子
3.表示这种元素的原子量	氧的原子量 = 16

三、单质、化合物和混和物

自然界中的物质有的组成比较简单，如氧气、氢气、铁、铜、铝等，这些由**同种元素组成的物质叫做单质**。有的物质的组成比较复杂，如食盐（氯化钠）是由氯和钠两种元素组成，水是由氢和氧两种元素组成，纯碱（碳酸钠）是由钠、碳、和氧三种元素组成，这些由**不同种元素组成的物质叫做化合物**。

但是，我们在日常生活中所遇到的物质，往往不是一个纯粹的单质或化合物，而是由几种单质及化合物混在一起的。例如空气是由氮气、氧气、二氧化碳等几种物质的分子