

天津教育出版社



高中化学

检测与分析

高中化学检测与分析

张 培 括
辛 若 谷

天津教育出版社

高中化学检测与分析

张培基 辛若谷

*

天津教育出版社出版

(天津市湖北路27号)

新华书店天津发行所发行

天津新华印刷一厂印刷

*

787×1092毫米 32开 12.5印张 267千字

1991年2月第1版

1991年2月第1次印刷

ISBN 7-5309-1081-7

G·862 定价: 3.90元

目 录

一、基本概念和基础理论.....	1
二、常见元素的单质及其重要化合物	150
三、有机化学基础知识	206
四、化学实验	287
五、化学计算的综合运用	348
六、综合检测题	363

一、基本概念和基础理论

(一) 与物质分类有关的基本概念

1. 纯净物和混合物

如果一种物质由同一种分子构成，这种物质就属于纯净物，反之是混合物。

由离子构成的物质，其阴、阳离子数有固定不变的比值，因此它们也是纯净物。

也有的物质由同种原子构成，也是纯净物。

纯净物和混合物有一定的相对性。因为，第一，绝对纯净的物质是不存在的。第二，有些物质几乎不存在真正组成单一的形式，例如高分子化合物，它们都是不同聚合度的混合物。

2. 单质和化合物

(1) 单质 由一种元素构成的纯净物质称为单质。单质可分为金属和非金属两大类。

(2) 化合物

由两种或两种以上的元素构成的纯净物质称为化合物。化合物首先可以分为无机化合物和有机化合物两大类。

3. 无机化合物

(1) 酸

酸是一种电解质，它电离时所生成的阳离子全部都是氢

离子。

酸有三种分类法：其一，根据它在水溶液中（同温度、同浓度）电离的程度，分成强酸和弱酸；其二，根据酸分子中可电离的氢离子数目，分成一元酸和多元酸（包括二元酸、三元酸等）；其三，根据酸根的构成中是不是有氧原子，分成含氧酸和无氧酸。

酸都有酸味。

（2）碱

电解质在电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱。

按照碱在水溶液中电离的程度可以分成强碱和弱碱两类。碱金属的氢氧化物和元素周期表ⅠA族钙（包括钙）以下的氢氧化物是强碱，其它的碱都是弱碱。也有人把碱分成可溶碱和难溶碱两类。碱也可以按照可电离的氢氧根数目分为一元碱和多元碱。

（3）盐

盐也是一种电解质，它由金属元素和酸根构成。

盐可以视酸根的组成中是不是含有氧原子而分为含氧酸盐和无氧酸盐两类。但更为重要的分类方法则是视其组成的不同分为正盐、酸式盐和碱式盐。

如果一种盐的组成中有两种或两种以上的金属元素，则这种盐称为复盐，例如硫酸钾铝，复盐的分子式可以把金属元素写在一起，也可以写成两种或两种以上的简单盐而中间用圆点隔开，上例晶体分子式可写成 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 。

在构成盐时，铵原子团 (NH_4^+) 相当于一种金属元素的

地位。

(4) 氧化物

由两种元素组成而其中一种是氧元素的化合物，叫做氧化物。

凡能跟酸反应生成盐和水的氧化物叫做碱性氧化物。碱性氧化物都是金属氧化物，它们的对应水化物是碱。

凡能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。酸性氧化物从构成来看有几种可能，一部分是非金属氧化物，一部分是某些过渡元素中的高价氧化物（例如，三氧化铬 CrO_3 ，七氧化二锰 Mn_2O_7 ），还有一部分是跟碱也能成盐的碱性氧化物，例如氧化铝、氧化锌等，这最后一部分特称为两性氧化物，因为它们跟酸、跟碱反应都可以成盐。酸性氧化物的对应水化物是含氧酸。

某些过渡元素有多种可变化合价时，往往最低价态的氧化物是碱性氧化物，最高价态的氧化物是酸性氧化物，处于中间价态的氧化物则是两性氧化物

应该指出，上述把氧化物分成碱性氧化物、酸性氧化物和两性氧化物的分类体系，并没有包括氧化物的全部。

值得注意的是，酸、碱、盐、氧化物这种分类，并没有把无机化合物全都包容进来。例如，氯化镁、碳化钙（俗称电石）等就不属于上述四类中的任何一类。

【例1-1】下列判断中，正确的是：

- (A) 一元酸都是强酸；
- (B) 易溶于水的碱都是强碱；
- (C) 非金属氧化物都是酸性氧化物；
- (D) 以上都不对。

解：氢氰酸、醋酸都是一元酸，但它们都不是强酸，氨水易溶于水，但却不是强碱。因此，选项A和B都是不对的。

一氧化碳、一氧化氮都是非金属氧化物，但是它们都没有对应酸或对应酸根，它们不是酸性氧化物，选项C也不对。

答案只能是D。

检 测 题

1-1 铬酸钾(K_2CrO_4)和重铬酸钾($K_2Cr_2O_7$)两种盐，它们酸根的对应酸性氧化物的分子式分别是什么？请判断，三氧化二铬属于哪一类氧化物？

1-2 氟与氧两种元素可构成一种化合物。

(A) 写出这种化合物的分子式和电子式，指出由哪种化学键构成。

(B) 它是不是一种氧化物？为什么？

(C) 它有没有对应酸？如果有，请写出分子式；如果没有，请指出原因。

(二) 与物质性质有关的基本概念

1. 物理变化和化学变化

物理变化和化学变化的区别点在于经过变化以后，有没有原来化学键的断裂和新的化学键的生成。如果有这些改变就是化学变化，反之则是物理变化。

需要进一步指出的是：

(1) 物质变化具有多样性。物质是复杂的，变化也是多样的，因而不能把一切变化都包括在物理变化和化学变化之

中.例如,生物体中的代谢,虽然有化学变化的过程,但它却是比一般化学变化更为高级的变化形式。

(2) 物理变化和化学变化具有兼容性.物质发生化学变化的同时一定伴随着物理变化的发生.物质发生物理变化时,不一定发生化学变化,但有时也有可能伴随某些化学变化,只不过这些化学变化是局部的、次要的。

(3) 物理变化和化学变化具有相对性.正因为这样,有时判断一个变化过程是物理变化还是化学变化会有困难.例如,由同种元素构成的不同性质的单质称为同素异形体,不论是氧气和臭氧(O_3)、石墨和金刚石、白磷(P_4)和红磷(P_x)之间的转变,它们都有断键和成键的过程,因而同素异形体之间的转变就不能被简单地看成物理变化。

2. 物理性质和化学性质

物质不需要发生化学变化就表现出来的性质叫做物理性质。物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。

3. 化学方程式和离子方程式

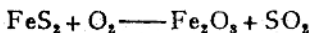
物质的化学性质主要通过化学方程式和离子方程式来表达。

化学方程式和离子方程式都表示客观存在着的化学变化.前者是以物质的分子式来写出反应物和生成物;后者表示的是有电解质溶液参加的反应,凡是易溶于水的强电解质不管是反应物还是生成物都以离子形式来表示,那些不是易溶于水的强电解质仍然用分子式来表示,不参加反应的离子则不再写出。

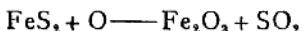
有一类有双原子单质分子参加或生成的反应,其配平即使用化合价升降或电子得失的办法也是很繁琐的.现在介绍

一种简单的方法。

【例1-2】配平下列化学方程式



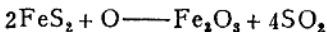
解：此反应有双原子分子作为反应物，先把它改写成单原子：



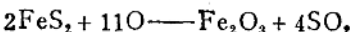
先使用观察法将铁、硫原子配平。例如，先配平铁原子：



再配平硫原子：



最后再配平氧原子：



检查一遍，所有的原子都配平了，再把氧原子改写成双原子分子，并将其它3种物质的系数都乘以2，得

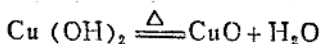


4. 无机反应的基本类型

无机反应有四种基本类型：化合，分解，置换和复分解。这里所以称为基本类型，是因为有相当多的无机反应实际上是分步进行的，或是由于对具体步骤目前还不清楚，或是由于没有必要分步写出，因而我们见到的化学方程式和离子方程式只表示反应物是什么和最后生成物是什么，这当然就无法判别属于哪个基本类型。这表明，化学方程式和离子方程式除了特别指明的以外，只表示反应发生前的状况和反应发生的最后结果，而不表示中间过程。

(1) 分解反应

由一种物质生成两种或两种以上物质的反应，叫做分解反应。分解反应一般地不是离子反应。碱的热分解是一种带有规律性的分解反应，例如：



碱越弱，越容易分解，所需的分解温度越低。氢氧化银在常温下就可以分解，而碱金属的氢氧化物甚至在很高的温度下也不会分解。

(2) 化合反应

由两种或两种以上的物质生成一种物质的反应，叫做化合反应。化合反应一般地也不是离子反应。

(3) 置换反应

一种单质跟一种化合物起反应，生成了另一种单质和另一种化合物的反应，叫做置换反应

置换反应可以有电解质参加的离子反应。典型的例子有金属单质跟酸或盐溶液的反应：

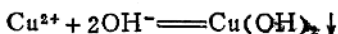


这种置换需要符合金属活动性顺序表的顺序：只有排在前面金属才能把排在后面的金属离子（或氢离子）置换出来。

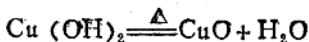
K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

需要指出，金属活动顺序表的金属活动顺序，是按严格一定的条件从溶液中的行为进行对比得出的，因而它们只有在溶液中的反应才相对准确。此外，易跟水反应的最活泼金属（钾、钙、钠等）在与盐溶液反应时，往往首先置换溶液中

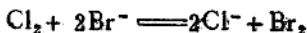
本的氢离子。例如，金属钠与硫酸铜溶液反应：



由于反应放热，氢氧化铜还会有部分分解成为黑色的氧化铜。



卤素之间的置换可作为规律性的离子型置换反应的另一个例子：



氢气跟某些金属氧化物之间的置换，可作为非离子反应的置换反应提出来：



(4) 复分解反应

由两种化合物互相交换成分而生成另外两种化合物的反应，叫做复分解反应。

复分解反应大都是离子反应。它们多数发生在酸、碱、盐等电解质之间。

复分解反应的发生，需要下列一些条件：

①在参加复分解反应的化合物都是溶液的情况下，生成物中有沉淀、气体或难电离的物质（弱电解质）时，反应可以发生。

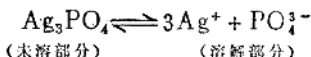
②如果参加反应的物质中有一种是溶液，另一种是很难溶解的化合物，但生成物中有难电离的物质，并且一般地没有什么很难溶解的化合物时，这样的复分解反应也容易发

生。

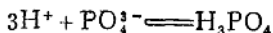
例如，难溶于水的磷酸银可以溶解于硝酸，这是因为：



生成物中有难电离的磷酸，另一种生成物硝酸银又易溶于水，上述复分解反应可以发生。这个反应之所以能进行，是因为难溶性的磷酸银首先有极少量在酸溶液中以自由移动的离子形式溶解：



这样，未溶部分与溶解部分建立了上述的平衡，由硝酸提供的自由移动氢离子跟磷酸根离子结合形成难电离的磷酸分子，使上述平衡体系中磷酸根离子浓度减小，平衡向右方移动，即促使磷酸银进一步溶解。这个过程一直继续进行下去，直到磷酸银全部溶解为止。反应的实质虽是这样，但离子方程式却不能写作：



这是因为，前已指出，离子方程式只是表示反应发生前的状况和反应发生的最后结果，而不表示中间过程。上述反应发生前是难溶性的磷酸银与自由移动的氢离子，因此，只有前面的写法才是正确的。

关于复分解反应发生的两个条件，在具体运用时需要慎重、全面地分析。请注意研究下面的例题。

【例1-3】“金属离子可以跟氢硫酸反应生成硫化物沉淀”，这个判断正确吗？为什么？

解：这个问题需具体分析。

亚铁离子如果跟氢硫酸能反应，则离子方程式应该是：



由于生成强酸，生成物硫化亚铁会跟强酸反应而溶解（复分解反应发生的第二个条件），即：



因之前一个反应事实上向逆反应方向进行，换言之，亚铁离子与氢硫酸的反应不会发生。

但是，像 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Ag^+ 这样的离子就不同了，它们的硫化物溶解度非常小（见表1-1，为了对比，表中也给出了硫化亚铁的溶解度）。

表1-1 几种金属硫化物的溶解度

(18°C, 单位: 克/100克 H_2O)

金属硫化物	分子式	溶解度
硫化铜	CuS	2.40×10^{-17}
硫化铅	PbS	6.76×10^{-12}
硫化银	Ag_2S	2.83×10^{-18}
硫化亚铁	FeS	2.21×10^{-8}

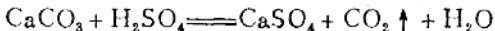
当这些离子与氢硫酸相遇时，由氢硫酸电离出来的极少量硫离子会遇到两种离子的争夺——金属离子企图与之结合成沉淀，弱电解质氢硫酸则不希望硫离子被金属离子结合。由于这些金属离子与硫离子结合的产物溶解度比亚铁离子的硫化物小几个甚至十个数量级，因而争夺的优势在它们一方，这样就产生了金属硫化物的沉淀，即：



沉淀都呈黑色，可用作氢硫酸或硫化氢的鉴别。

【例1-4】石灰石跟盐酸反应常用在实验室中制取二氧化碳。用稀硫酸代替盐酸，行不行？为什么？

解：石灰石跟稀硫酸也可发生复分解反应：



但是，生成的硫酸钙是微溶于水的物质，它将大量沉积在石灰石的表面，从而阻碍了石灰石跟酸的接触，使反应很快就停止了。所以，在实验室不能用石灰石跟稀硫酸反应来制取二氧化碳。

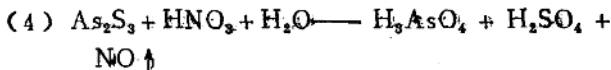
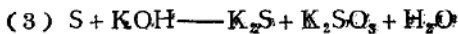
5. 氧化-还原反应

有元素化合价升高降低的化学反应，都是氧化-还原反应。元素化合价的升高降低，来源于原子或离子的电子得失，或原子电子对的偏移。在氧化-还原反应里，化合价升高的元素被氧化，所含元素化合价升高的物质具有还原性，是还原剂；化合价降低的元素被还原，所含元素化合价降低的物质具有氧化性，是氧化剂。

在同一个氧化-还原反应中，原子、离子所得的电子数与所失的电子数应该相等，因而元素升高的化合价数与降低的化合价数也应该相等，这就是配平氧化-还原方程式的基本依据。

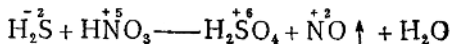
为了配平的方便，可以把氧化-还原反应方程式分成四种：简单的氧化-还原反应；同一物质的同一元素只有部分参加氧化-还原反应；同一物质的同一元素有不同的变价；有多种元素参加的氧化-还原反应。在例题1-5中，对上述四种氧化-还原反应方程式的配平各举一例。

【例1-5】配平下列化学方程式或离子方程式：

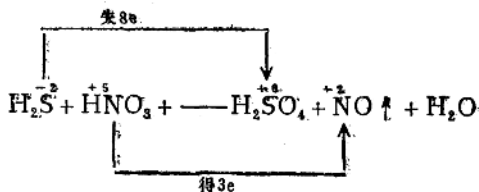


解：(1) 此反应属于简单的氧化-还原反应，化合价升降的各只有一种元素。

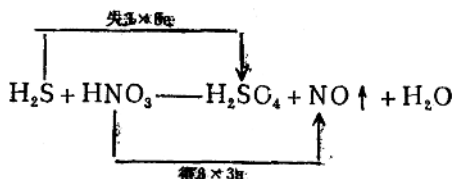
先标出有价态改变的元素化合价：



用e代表电子，用双线桥标出电子得失数：



将得、失电子分别乘以系数，使得电子的总数和失电子的总数相等：



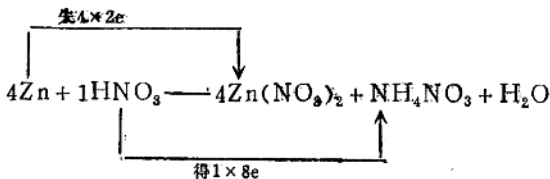
系数3和8即分别为有关物质的系数。



最后把未变价的元素原子数配平，并把原来反应物和生成物间的连线改为等号，得：



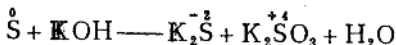
(2) 此反应属于同一物质的同一元素只有部分参加氧化-还原反应。前几个步骤与(1)相同,得:



反应物 HNO_3 中的氮元素变为 NH_4^+ 原子团中的氮元素时化合价降低了,但是变成 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 和 NH_4NO_3 中的 NO_3^- 原子团的氮原子时的价态却没变,而 HNO_3 的系数1只是根据化合价降低的氮元素得出的,这时为了配平还需要加上未变价的氮原子(共9个),因此系数应为10。然后再将氢、氧原子的个数配平,得,



(3) 此反应属于同一物质的同一元素有不同变价的氧化-还原反应。标出变价后,



我们发现,反应物S在反应后部分变为-2价,部分变为+4价,可见,不可能只有一个硫原子参加反应,这样可以写出两个硫原子,使它们分别变为-2价和+4价,并配平:

