

黄冈兵法·同步学案

高中化学必修①(苏教版)

主 编	瞿 兵			
副主编	孙先辉	郑学裕		
编 者	瞿 兵	孙先辉	郑学裕	孙运利
	马啸波	沈 鹏	孙美华	李惠玉
	江玉安	朱 华	杨丽丽	宋晓明
	陈 芳	杭建娣	樊 刚	孙秋华

陕西师范大学出版社



目 录

专题 1 化学家眼中的物质世界

第一单元 丰富多彩的化学物质	1
一 物质的分类及转化	1
二 物质的量	12
三 物质的聚集状态	23
四 物质的分散体系	34
第二单元 研究物质的实验方法	42
一 物质的分离和提纯	42
二 常见物质的检验	57
三 溶液的配制及分析	69
第三单元 人类对原子结构的认识	85
一 原子结构模型的演变	85
二 原子的构成	93
专题综合与测评	104

专题 2 从海水中获得的化学物质

第一单元 氯、溴、碘及其化合物	114
一 氯气的生产原理	114
二 氯气的性质	126
三 溴、碘的提取	137
四 氧化还原反应	149





第二单元 钠、镁及其化合物	159
一 金属钠的性质和应用	159
二 碳酸钠的性质与应用	169
三 离子反应	180
四 镁的提取及应用	190
专题综合与测评	201
专题3 从矿物到基础材料	
第一单元 从铝土矿到铝合金	211
一 从铝土矿中提取铝 铝的性质和应用	211
二 铝的氢氧化物	222
第二单元 铁、铜的获取及应用	233
一 从自然界获取铁和铜	233
二 铁、铜及其化合物的应用	245
第三单元 含硅矿物与信息材料	257
专题综合与测评	268
专题4 硫、氮和可持续发展	
第一单元 含硫化合物的性质和应用	281
一 二氧化硫的性质和应用	281
二 硫酸的制备和性质	292
三 硫和含硫化合物的相互转化	303
第二单元 生产生活中的含氮化合物	315
一 氮氧化物的产生及转化	315
二 氮肥的生产和使用	327
三 硝酸的性质	340
专题综合与测评	354





专题 1 化学家眼中的物质世界

第一单元 丰富多彩的化学物质

一 物质的分类及转化

问题 · 思考 · 研讨

问题 水是一种常见的物质,是生命之源,在生产、生活及科学研究中有重要作用,若按不同标准对其进行分类,可得出不同结论。

思考与研讨

- (1)根据组成分类,它可以称为_____;
- (2)根据状态分类,它属于_____;
- (3)根据用途分类,它可称为_____;
- (4)根据酸碱性分类,它属于_____。

知识 · 运用 · 归纳

知识点 1 物质的分类

对物质进行分类是按照物质的某些属性进行的,常见的分类依据有物质的组成、性质、结构、状态。常见的分类方法有树状分类法。树状分类法是对同类物质按照某属性的进一步细化分类的方法。如纯净物按组成元素的差别分为单质和化合物,化合物中又可再分为酸、碱、盐、氧化物等,如图 1-1。



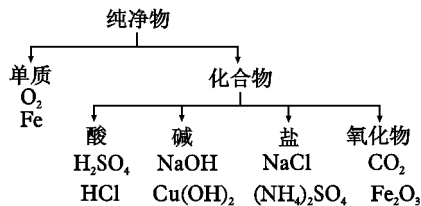


图 1-1

【例 1】 按物质的分类方法,下列各组中,前者包含后者的是()

- A. 有机物、混合物 B. 纯净物、化合物
C. 化合物、单质 D. 单质、金属

【解析】 有机物属于化合物,化合物与混合物是并列关系,所以混合物不包含在有机物中;纯净物分单质与化合物,所以 B 项符合要求;在纯净物中,单质与化合物属并列关系;从组成来看,单质分为金属单质和非金属单质,所以金属包含在单质中, D 项符合要求。

【答案】 B D

【同类变式】 现有①空气 ②醋酸 ③碳酸氢铵 ④铜 ⑤硫酸钠 ⑥氢气 ⑦石墨 ⑧食盐水 ⑨泥浆水 ⑩蒸馏水 十种物质,若根据物质的组成将它们进行分类,则

- (1)属于均匀混合物的有(填编号,下同)_____;
(2)属于非均匀混合物的有_____;
(3)属于金属单质的有_____;
(4)属于非金属单质的有_____;
(5)属于无机化合物的有_____;
(6)属于有机化合物的有_____;
(7)若将醋酸、碳酸氢铵、蒸馏水分为一类,你认为分类的依据可能是_____。

【解析】 十种物质中属于混合物的有①⑧⑨,由于食盐水是溶液,具有均一性,属均匀混合物;空气中的粒子与溶液中的粒子一样都是微粒,故空气相当于一种气体溶液,也属均匀混合物。而泥浆水中泥沙是固体,颗粒大小不一,故其属非均一混合物。铜是金属单质。石墨

思维延伸

将醋酸、碳酸氢铵、蒸馏水分为一类,还可考虑为:相对分子质量不超过 100 的化合物或由核电荷数不超过 10 的元素构成的化合物。



是碳的一种单质,所以非金属单质有氢气和石墨。醋酸属有机化合物,碳酸氢铵虽然含碳元素,但属无机化合物,蒸馏水、硫酸钠是无机化合物。如果将醋酸、碳酸氢铵、水、硫酸钠分为一类,根据分类的方法和依据可知,它们同属化合物,但将硫酸钠排除在外,则分类的依据肯定不是考虑硫酸钠是盐的问题,因为碳酸氢铵也是盐,因此可比较它们之间的元素差别,推出硫酸钠不含氢元素,而水、醋酸、碳酸氢铵不含金属元素。

【答案】(1)①③ (2)⑨ (3)④ (4)⑥⑦ (5)③⑤⑩ (6)
② (7)含氢元素的化合物或非金属化合物

拓展延伸

由于分类的依据不同,相同的物质可分为不同类型。如对于 H_2O 、 SO_2 、 CO 、 CaO 、 Al_2O_3 五种氧化物,按是否成盐分为成盐氧化物(SO_2 、 CaO 、 Al_2O_3)和不成盐氧化物(H_2O 、 CO)。按价态的高低分为最高价氧化物(H_2O 、 CaO 、 Al_2O_3)和低价氧化物(SO_2 、 CO)。按状态分为气态氧化物(SO_2 、 CO)、液态氧化物(H_2O)和固态氧化物(CaO 、 Al_2O_3)。按元素种类分为金属氧化物(CaO 、 Al_2O_3)和非金属氧化物(H_2O 、 SO_2 、 CO)。对成盐氧化物还可分为酸性氧化物(SO_2)、碱性氧化物(CaO)和两性氧化物(Al_2O_3)。

知识点2 物质转化的分类

在一定条件下物质可发生变化,由一种物质转化为另一种物质,这种转化遵循一定的规律,如酸不能转化成碱,金属不可能转化为非金属。

(1)转化成单质的反应有:①化合物的分解,如 $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$
 $\text{MgCl}_2(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ ②化合物相互反应,如 $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

(2)转化成酸的反应有:①非金属氧化物与 H_2O 反应,如 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ ②盐和酸反应,如 $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ③金属单质与非金属单质反应,如 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$





(3)转化成碱的反应有 :①金属与水反应 ,如 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ ②金属氧化物与水反应 ,如 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$

(4)化成盐的反应有 :单质与酸反应、碱与酸反应、碱性氧化物与酸反应、碱性氧化物与酸性氧化物反应。

(5)转化成氧化物的反应有 :①单质与 O_2 反应 ,如 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$
 $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ②酸分解反应 ,如 $\text{H}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ③盐分解反应 ,如 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ④碱分解反应 ,如 $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$

【例2】 请举出含氧酸盐转化成无氧酸盐的三种类型 ,并写出一个反应方程式。

【解析】 将含氧酸的盐转化成无氧酸的盐 ,一种情况是通过反应去除酸根中的氧 ,如 KClO_3 受热分解 ;第二种方法是与某种无氧酸作用 ,如 CuSO_4 溶液与 H_2S 作用生成无氧酸盐 CuS ;第三种是与无氧酸盐作用 ,如硝酸银溶液与 NaCl 溶液作用生成 AgCl 沉淀等。

【答案】 ①含氧酸盐分解或与其他物质作用去除氧元素 $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ ②含氧酸盐与无氧酸反应 $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{BaSO}_4 \downarrow$;
③含氧酸盐与无氧酸盐反应 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

知识点3 四种基本反应类型

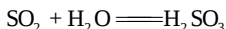
(1)化合反应 :两种或两种以上物质反应生成一种物质的反应。形式为 $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$

常见的反应又可分为 :

①单质与单质反应 如 $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$ $2\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}$

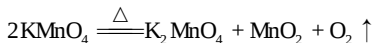
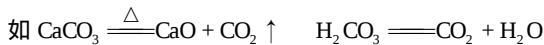
②单质与化合物反应 如 $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$

③化合物与化合物反应 如 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$



(2)分解反应 :一种物质经反应后转化为两种或两种以上物质的反应。
形式为 : $\text{AB} = \text{A} + \text{B}$

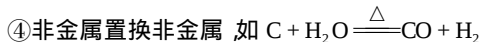




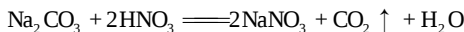
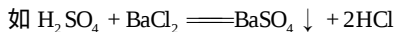
(3) 置换反应: 一种单质与一种化合物反应生成新的单质和新的化合物的反应。形式为: $\text{AB} + \text{C} \rightleftharpoons \text{A} + \text{CB}$

① 金属置换金属, 不与水反应的活泼金属可置换金属活动性稍弱的金属。如 $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

② 金属置换非金属, 金属活动顺序表中氢前面的金属置换水或酸中的氢。如 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$



(4) 复分解反应: 两种化合物相互交换成分形成新的化合物的反应。形式为: $\text{AB} + \text{CD} \rightleftharpoons \text{AD} + \text{CB}$



在溶液中发生复分解反应的条件为生成沉淀或气体或难电离的物质(如水)。

【例3】 现有生石灰、食盐、高锰酸钾、铜片、硝酸银和水六种物质, 请选用其中部分物质为反应物, 按下列要求各写出一个化学方程式:

(1) 化合反应 _____; (2) 分解反应 _____;

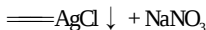
(3) 置换反应 _____; (4) 复分解反应 _____。

【解析】 六种物质中有一种单质、两种氧化物、三种盐, 易发生分解反应的是些稳定性较差的盐, 如 KMnO_4 , 水电解生成 H_2 和 O_2 。碱性氧化物可与水化合生成碱, 如 CaO 。置换反应只能用铜去置换活动性比它差的银, 复分解反应在两种盐之间进行, 应生成难溶的化合物, 则只能是食盐与 AgNO_3 溶液的反应。

提示
根据各类反应的特点和各种物质的常见性质进行推断。

【答案】 (1) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2$ (2) $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ (3) $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ (4) $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl}$





拓展延伸

①能与水反应的金属氧化物除 CaO 外其他都反应生成可溶性碱。

②熔融食盐电解生成 Na 和 Cl_2 $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。③复分解

反应不一定在溶液中进行 如 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

知识点 4 氧化还原反应

氧化还原反应是有元素化合价变化的反应,没有元素化合价变化的反应属非氧化还原反应。由于分子中化合价代数和为零,因此,在氧化还原反应中,有元素化合价升高,则一定有元素化合价降低。

【例 4】 下列变化不属氧化还原反应的是()

- A. 白磷(P_4)自燃 B. 氢气球遇火爆炸
C. 菜刀生锈 D. 生石灰转成熟石灰

【解析】 P_4 中磷元素化合价为 0,燃烧时与 O_2 反应生成氧化物,磷和氧元素的化合价都发生了变化。氢气球遇火爆炸,是 H_2 与 O_2 发生了反应,产物是 H_2O ,氢、氧元素化合价都发生了变化。菜刀生锈是 Fe 转化为 Fe_2O_3 , Fe 的化合价发生了变化。生石灰是 CaO 与 H_2O 反应生成熟石灰,反应中元素化合价没有变化,该反应不是氧化还原反应。

【答案】 D

活动·体验·探究

动脑动手——氧化还原反应与四种基本反应类型的关系

【例 5】 下列说法错误的是()

- A. 化合反应一定属于氧化还原反应
B. 分解反应可能属于氧化还原反应
C. 置换反应一定属于氧化还原反应
D. 复分解反应一定属于非氧化还原反应

【解析】 化合反应中有的属氧化还原反应,如 $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$,
 $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$,有的属非氧化还原反应,如 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$,





$\text{SO}_2 + \text{CaO} = \text{CaSO}_3$, A 项错误。分解反应中有的属氧化还原反应,如 KClO_3 、 KMnO_4 的分解,有的属非氧化还原反应,如 H_2CO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 分解, B 项正确。置换反应中,反应物里有单质和化合物,单质在反应后转化成了化合物,化合物在反应后转化为单质,一定有元素化合价变化,一定都是氧化还原反应, C 项正确。复分解反应只是相互交换成分,元素的化合价没有发生变化,一定都是属于非氧化还原反应, D 项正确。

【答案】 A B

特别提示

由于四种基本反应类型不能包含所有反应,所以氧化还原反应与四种基本反应类型及其他形式的反应关系如图 1-2。

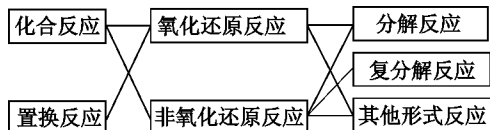


图 1-2

拓广探究——交叉分类法

交叉分类法是分别按照多种标准对某一事物进行分类的方法,这种方法可使我们获得有关此事物的更多信息。

【例 6】 理解图 1-3 中物质及其类型之间的关系,分别作出 Na_2CO_3 、 K_2SO_4 的有关连线。

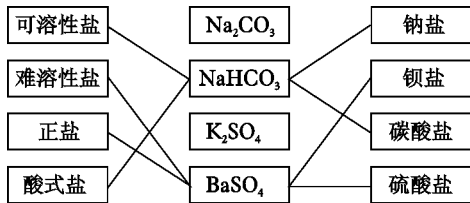


图 1-3

【解析】 Na_2CO_3 可溶于水,属可溶性盐,由于其中不含氢元素,故其属于正盐,不是酸式盐;由于其中含钠元素,它属钠盐;由于其中含碳酸根,故其属碳酸盐。 K_2SO_4 可溶于水,属可溶性盐;由于其中不含氢元素,故其属正盐;由于其中含硫酸根,故其属硫酸盐。





5. 下列反应中 既是化合反应 又是氧化还原反应的是()

- A. 铁丝在氧气中反应 B. 生石灰和水的反应
C. 三氧化硫和水的反应 D. 钠与氯气的反应

6. 下列反应中 属于氧化还原反应的是()

- A. $\text{CuO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
C. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ D. $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$

■综合运用

7. 下列基本反应类型中 ,一定不属于氧化还原反应的是()

- A. 化合反应 B. 复分解反应
C. 分解反应 D. 置换反应

8. 下列反应 :

- ① MgCO_3 受热生成 MgO 和 CO_2
② 黑火药(S 、 C 、 KNO_3)爆炸生成 N_2 、 CO_2 和 K_2S
③ 液化石油气(C_3H_8)燃烧生成 CO_2 和 H_2O
④ KMnO_4 受热产生 O_2
⑤ 白色硫酸铜粉末与水作用生成蓝色晶体($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
⑥ 工业用 N_2 与 H_2 反应制取氨气

其中属于化合反应的是_____ (填序号 ,下同) ,属于分解反应的是_____,属于置换反应的是_____,属于复分解反应的是_____,属于氧化还原反应的是_____。

9. 请将熟石灰、铁粉、冰、氯化铜、烧碱溶液、臭氧、碳酸氢铵、 H_2S 、 CH_4 、蔗糖、汞等物质填入下列树状分类法的括号中 ,并在图 1 - 4 方框里填上物质的类型。

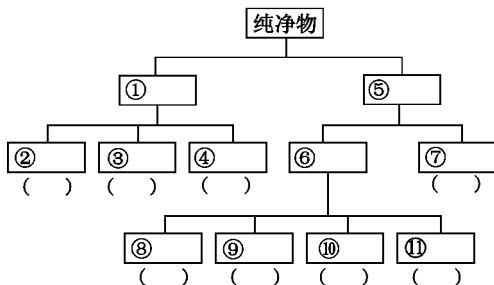


图 1 - 4





■ 拓广探究

10. 某同学研究了酸、碱、盐、氧化物、金属单质、非金属单质的转化关系,发现除了盐和盐反应产生新盐、碱和非金属单质反应可产生盐,另外还有多种产生盐的反应,请你将这些反应列出来填入表中。

序号	类 型	实 例
1	盐 + 盐	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$
2	碱 + 非金属单质	$2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
...		

答案与点拨

● 思考与研讨

(1) 无机物、化合物、氧化物、氢化物等 (2) 液态物质 (3) 溶剂、洗涤剂、灭火剂、润滑剂、化学试剂、营养物质等 (4) 中性物质

● 基础练习

- D 点拨: Na_2CO_3 不是碱, H_2O 不是酸性氧化物, NH_3 不是酸。
- C 点拨: 复分解反应的发生条件是生成沉淀、气体或 H_2O 。
- A 点拨: CaCO_3 不与 NaCl 反应, 不符合复分解反应条件, B、C、D 项反应都能进行。
- A B 点拨: 单质与化合物反应生成新的单质和新的化合物才是置换反应, A、B 项中反应物里没有单质。
- A D 点拨: $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} \text{Fe}_3\text{O}_4$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$ O_2 、 Cl_2 转化为化合物有化合价变化。
- C D 点拨: C 项中锌元素化合价升高, 氢元素化合价降低; D 项中铁元素化合价升高, 氯元素化合价降低。

● 综合运用

7. B 点拨: 复分解反应中, 物质相互交换成分, 没有化合价变化, 而化合、分解反应可有化合价变化, 置换反应一定有元素化合价变化。

8. 【解析】① $\text{MgCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{MgO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ② $\text{S} + 2\text{KNO}_3 + 3\text{C} \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{K}_2\text{S}$ ③ $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ④ $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4$





+ MnO₂ + O₂ ↑ ⑤ CuSO₄ + 5H₂O = CuSO₄ · 5H₂O ⑥ N₂ + 3H₂ = 2NH₃ 其中有单质出现的反应中,都有元素化合价的变化。

【答案】 ⑤⑥ ①④ 没有 没有 ②③④⑥

9. ①单质 ②气态单质(臭氧) ③液态单质(汞) ④固态单质(铁粉) ⑤化合物 ⑥无机化合物 ⑦有机化合物(CH₄、蔗糖) ⑧酸(H₂S) ⑨碱(熟石灰) ⑩盐(氯化铜、碳酸氢铵) ⑪氧化物(冰)

● 拓广探究

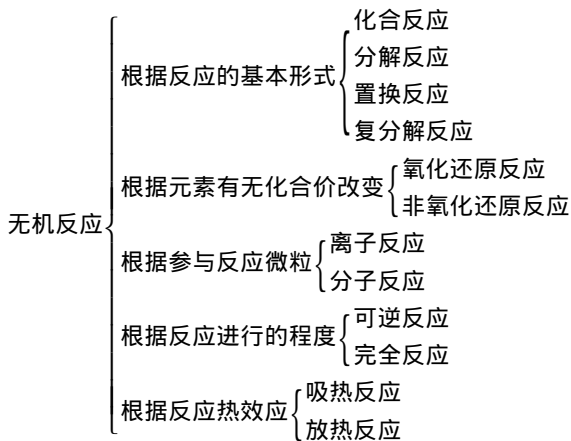
10. 【答案】

3	酸 + 碱	NaOH + HCl = NaCl + H ₂ O
4	酸 + 氧化物	CuO + H ₂ SO ₄ = CuSO ₄ + H ₂ O
5	碱 + 氧化物	Ca(OH) ₂ + CO ₂ = CaCO ₃ ↓ + H ₂ O
6	氧化物 + 氧化物	CaO + CO ₂ = CaCO ₃
7	酸 + 金属	Zn + H ₂ SO ₄ = ZnSO ₄ + H ₂ ↑
8	盐 + 金属	CuSO ₄ + Fe = FeSO ₄ + Cu

资料活页

无机反应的类型

对于化学反应,若按不同的标准进行分类,可得到多种反应的类型,常见的无机反应可从以下五个方面进行分类。





二 物质的量

问题·思考·研讨

问题 用铅笔写一个字消耗的碳质量约为 1 mg。如果铅笔心全部由石墨组成,碳的原子质量为 12。

思考与研讨

- (1) 一个铅笔字含有的碳原子数约为_____。
- (2) 如果一个人每秒钟数一个碳原子,全世界 60 亿人一起数,数清一个字中的碳原子数需_____年。

知识·运用·归纳

知识点 1 物质的量

(1) 物质的量:“物质的量”是国际单位制中七个基本物理量之一。它是指以阿伏加德罗常数表示物质所含微粒多少的物理量。1 mol 物质含阿伏加德罗常数个微粒,这里的微粒是指分子、原子、离子、质子、中子、电子或这些粒子的特定组合等微观粒子,不能指宏观颗粒。

(2) 摩尔质量与相对原子质量(或相对分子质量)的区别:摩尔质量是指每摩尔物质的质量,以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位时,它在数值上等于该物质的相对原子质量或相对分子质量。而相对原子质量(或相对分子质量)是一个比值,其单位是“1”。

(3) 阿伏加德罗常数:12 g ^{12}C 中所含碳原子的数目,用 N_A 表示,约为 6.02×10^{23} 。

(4) 物质的量与物质的微粒数、物质的质量和物质的摩尔质量之间的换算关系。

① 物质的微粒数(N)、阿伏加德罗常数(N_A)与物质的量(n)之间的关系 $n = \frac{N}{N_A}$





②物质的量(n)与物质的质量(m)、物质的摩尔质量(M)之间的关系:

$$n = \frac{m}{M} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(5)物质的质量与物质的量、摩尔质量的比较

	物质的质量(m)	物质的量(n)	摩尔质量
概念	物体所含物质的多少	物质所含粒子的多少	单位物质的量的物质所含质量的多少
应用范围	粒子或物体	粒子	阿伏加德罗常数个粒子集体
单位	g 或 kg	mol	$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
关系	$M = \frac{m}{n}$		

【例 1】 下列叙述正确的是 ()

- A. NaCl 的摩尔质量是 58.5 g
- B. 58.5 g NaCl 中含有 1 mol NaCl 分子
- C. 64 g 氧气中含有 2 mol 氧
- D. 0.1 mol 二氧化碳含有 6.02×10^{22} 个 CO_2 分子

【解析】 物质的摩尔质量在数值上与该物质的相对分子质量(或相对原子质量)相等,但其单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,因此 NaCl 的摩尔质量是 $58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。B 选项中 NaCl 是离子化合物,在离子化合物中不存在单个小分子,只存在阴、阳离子,因此 58.5 g NaCl 只含有 1 mol Na^+ 和 1 mol Cl^- 。使用摩尔来表示物质的量时,必须指明微粒的名称,C 选项中,没有注明 2 mol 氧是指氧气分子,还是指氧原子。物质的微粒数(N)与某物质的物质的量(n)之间的关系为 $N = n \cdot N_A$,所以 0.1 mol 二氧化碳中所含 CO_2 分子数 $= 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 0.1 \text{ mol} = 6.02 \times 10^{22}$, D 选项正确。

【答案】 D

方法技巧

只有抓住概念本质,理清概念间的相互关系和应用范围,才能作出正确判断。





错解分析

混淆质量与摩尔质量的概念,会错选 A。没有抓住物质的量的应用方法,对讲清微粒种类的意义不理解,会错选 B。不理解离子化合物中无分子存在而错选 C。

【例 2】 _____ g KMnO_4 中的氧原子数与 24.5 g KClO_3 中所含的氧原子数相同。

【解析】 KClO_3 摩尔质量为 $122.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,

$$24.5 \text{ g } \text{KClO}_3 \text{ 物质的量为 } n(\text{KClO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{24.5 \text{ g}}{122.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$$

因为 1 mol KClO_3 含 3 mol O 原子

所以 24.5 g KClO_3 中含氧原子物质的量为 $n(\text{O}) = 0.2 \times 3 = 0.6 \text{ mol}$

又因为 1 mol KMnO_4 中含 4 mol O 原子

所以含 0.6 mol O 原子的 KMnO_4 的物质的量为:

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{0.6 \text{ mol}}{4} = 0.15 \text{ mol}$$

KMnO_4 的摩尔质量为 $158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

含 0.6 mol O 原子的 KMnO_4 的质量为:

$$m(\text{KMnO}_4) = M \cdot n = 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.15 \text{ mol} = 23.7 \text{ g}$$

【答案】 23.7

知识点 2 物质的量在化学计算中的应用

由于相同粒子数的物质,其物质的量相同,所以化学方程式中的化学计量数,既可看作粒子数关系,又可看作物质的量关系,如 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$,可看作 2 mol H_2 与 1 mol O_2 反应生成 2 mol H_2O ,这就为化学计算带来了方便。

【例 3】 某氮的氧化物和灼热的铁的反应按下式进行: $4\text{N}_x\text{O}_y + 3y \text{Fe} = y \text{Fe}_3\text{O}_4 + 2x \text{N}_2$ 已知在一个特定的实验中,将 2 mol 该氧化物通过过量红热的铁,生成 1 mol N_2 和 1 mol Fe_3O_4 。则该氧化物的化学式是 ()

A. N_2O

B. NO

C. NO_2

D. N_2O_4