



老田丁备考系列 非常高考1+1

非常高三

■ 总策划 老田丁 ■ 丛书主编 张嘉瑾

化学

CHEMISTRY

天津人民出版社

非常高三



化学

总 策 划 老田丁
丛书主编 张嘉瑾
本册主编 郭瑞珠 银晓荣
编 委 李晓伟 郭子立 刘 鹏
齐 乐 王 丽 张迎红
潘丽洁

天津人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

非常高三. 化学/宋伯涛, 张嘉瑾主编. —天津: 天津人民出版社, 2008. 4 (2008. 4 重印)

(高考 1+1)

ISBN 978-7-201-05258-8

I. 非… II. ①宋…②张… III. 化学课—高中—升学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 032302 号

天津人民出版社出版

出版人: 刘晓津

(天津市西康路 35 号 邮政编码: 300051)

北京市昌平开拓印刷厂印刷 新华书店发行

*

2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 2 次印刷

16 开本 890×1240 毫米 26.25 印张

定价: 53.80 元

目 录



一 化学基本概念

第一节 物质的组成和分类	1
第二节 物质的性质和变化	5
第三节 氧化还原反应	8
第四节 物质的量	12
第五节 气体摩尔体积	15
第六节 溶液和胶体	19
第七节 物质的量浓度	23
第八节 化学用语	26
第九节 离子反应和离子共存	30
第十节 化学反应中的能量变化	34

二 化学基本理论

第一节 原子结构	39
第二节 化学键和分子极性	43
第三节 晶体结构	47
第四节 元素周期律与元素周期表	51
第五节 化学反应速率	56
第六节 化学平衡	60
第七节 等效平衡的构建	65

第八节 化学平衡图象	70
第九节 电离平衡	75
第十节 水的电离和溶液的 pH	79
第十一节 盐类的水解	82
第十二节 原电池和电解池	86

三 元素化合物知识

第一节 氢、水、过氧化氢和臭氧	91
第二节 氯气及卤族元素	95
第三节 硫及硫化物	100
第四节 二氧化硫	104
第五节 硫酸	108
第六节 氮、磷和氮族元素	112
第七节 氨和铵盐	116
第八节 硝酸	120
第九节 碳、硅及化合物	124
第十节 钠和钠的化合物 碱金属	128
第十一节 镁和铝	133
第十二节 铁及铁的化合物	137
第十三节 无机化工工业	142
第十四节 无机综合推断题	147



四 有机化学

第一节 同分异构体与构型	152
第二节 有机反应的基本类型	157
第三节 有机物的分类和组成	163
第四节 有机物分子式的确定	167
第五节 链烃的结构和性质	170
第六节 芳烃的结构和性质	174
第七节 卤代烃	179
第八节 乙醇和醇类	183
第九节 苯酚和酚类	187
第十节 乙醛和醛类	191
第十一节 羧酸和酯	195
第十二节 油脂 糖类 蛋白质	199
第十三节 合成高分子化合物	204
第十四节 有机综合推断题	207

五 化学实验

第一节 化学实验常用仪器及使用方法	211
第二节 化学实验的基本操作及实验安全	216
第三节 物质的分离和提纯	220

第四节 物质的检验	225
第五节 物质的性质实验	230
第六节 物质的制取	235
第七节 重要的定量实验	241
第八节 化学实验设计	246

六 化学计算

第一节 关于一种反应物过量的计算	252
第二节 关于多步反应的计算	255
第三节 关于混合组分的判断及计算	258
第四节 关于化学计算中的一些常用方法和技巧	262

七 综合测试

第一节 基本概念综合测试	265
第二节 基本理论综合测试	268
第三节 元素及其化合物综合测试	271
第四节 有机化学综合测试	274
第五节 化学实验综合测试	278
第六节 化学计算综合测试	282

参考答案



化学基本概念

第一节 物质的组成和分类

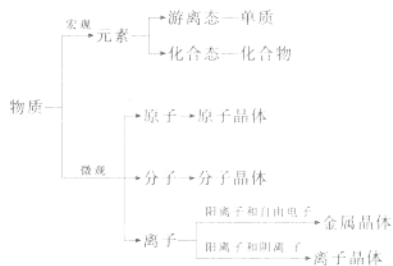
双基提炼

考纲要求:

- (1) 了解物质的分子、原子、离子、元素等概念的含义;初步了解原子团的定义。
- (2) 理解混合物和纯净物、单质和化合物、金属和非金属的概念。
- (3) 了解同素异形体的概念。
- (4) 理解酸、碱、盐、氧化物的概念及其相互联系。

一、物质的组成

1. 物质的组成



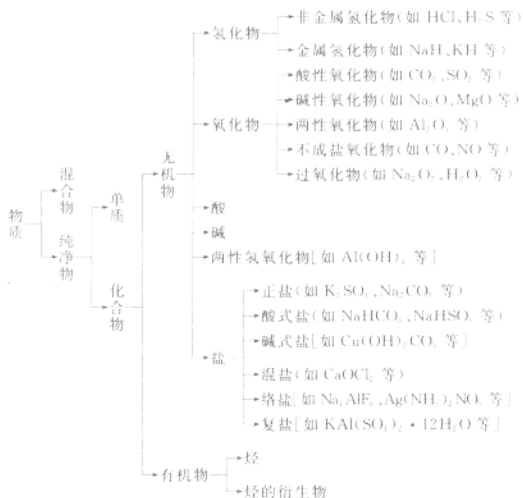
2. 同位素

具有相同质子数和不同中子数的同一元素的不同原子互称为同位素,如 ^1H 、 ^2H 和 ^3H ; ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 等。

3. 同素异形体

由同种元素组成的结构不同的单质,互称为同素异形体。如金刚石与石墨、 C_{60} ;红磷与白磷; O_2 与 O_3 等。

二、物质的分类



按不同的角度,物质的分类有多种。氧化物若按构成元素可分为金属氧化物和非金属氧化物。化合物若按原子成键特点可分为离子化合物和共价化合物;若按熔融状态或水溶液中能否导电可分为电解质和非电解质等。

1. 混合物:由几种不同的单质或化合物组成的物质。

(1) 特点:无固定的组成和性质;无固定的熔、沸点。

(2) 常见的混合物:高聚物——聚乙烯、聚氯乙烯等;分散系——溶液、胶体、浊液等;同分异构体:正丁烷与异丁烷、乙醇与甲醚等;同素异形体: O_2 与 O_3 、金刚石与石墨等。

(3) 常见的特殊名称的混合物:氨水、氯水、王水、双氧水、天然气、硬水、软水、盐酸、浓硫酸、福尔马林、水玻璃;爆鸣气、水煤气、天然气、石油气、空气;钢、生铁、硬铝、黄铜(含 Zn)、青铜(含 Sn);漂白粉、黑火药、铝热剂、水泥、玻璃、铁触媒、过磷酸钙(普钙)等。

2. 纯净物:由一种单质或化合物组成的物质。

(1) 特点:有固定的组成和性质;有固定的熔、沸点。



(2)常见的特殊名称的纯净物:各种砒——明砒 $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ 、胆砒 $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$ 、皓砒 $(ZnSO_4 \cdot 7H_2O)$ 、绿砒 $(FeSO_4 \cdot 7H_2O)$ 等;重水(D_2O)、纯碱、单甘油脂等;含D的 H_2 、含D、O的 H_2O 等。

3. 酸:在水溶液中电离出的阳离子全部是 H^+ 的化合物。

(1)按物质种类可分为无机酸(如 HCl 、 H_2SO_4 等)和有机酸($HCOOH$ 、 C_2H_5COOH 等)。

(2)按是否含氧元素可分为含氧酸(如 HNO_3 、 H_2SO_4 等)和无氧酸(HCl 、 H_2S 等)。

(3)按电离出的 H^+ 的个数可分为一元酸(如 HNO_3 、 HCl 等)、二元酸(如 H_2SO_4 、 H_2S 等)和多元酸(如 H_3PO_4 等)。

(4)按电离程度可分为强酸(如 HCl 、 HNO_3 等)和弱酸(如 H_2CO_3 、 $HClO$ 等)。

(5)按沸点可分为挥发性酸(如 HCl 、 HNO_3 等)和难挥发性酸(如 H_2SO_4 、 H_3PO_4 等)。

(6)按稳定性可分为稳定性酸(如 HCl 、 H_2SO_4 等)和不稳定性酸(如 H_2CO_3 、 $HClO$ 、 HNO_3 等)。

(7)按有无强氧化性可分为强氧化性酸(如浓 H_2SO_4 、 HNO_3 、 $HClO$ 等)和非氧化性酸(如 HCl 、 H_3PO_4 、稀 H_2SO_4 等)。

4. 碱:在水溶液中电离出的阴离子全部是 OH^- 的化合物。

(1)按电离出 OH^- 的个数可分为一元碱(如 $NaOH$ 、 $NH_3 \cdot H_2O$ 等)、二元碱[如 $Ca(OH)_2$ 、 $Ba(OH)_2$ 等]和多元碱[如 $Fe(OH)_3$ 等]。

(2)按电离程度可分为强碱[如 $NaOH$ 、 $Ba(OH)_2$ 等]和弱碱[如 $NH_3 \cdot H_2O$ 、 $Fe(OH)_3$ 等]。

(3)按溶解性可分为可溶性碱[如 $NaOH$ 、 $Ba(OH)_2$ 等]和难溶性碱[如 $Fe(OH)_3$ 、 $Mg(OH)_2$ 等]。

解说例题

[例1] 只含有一种元素的物质 ()

- A. 可能是纯净物也可能是混合物
- B. 可能是单质也可能是化合物
- C. 一定是纯净物
- D. 一定是一种单质

[解析] 物质含有一种元素,则该物质一定是单质。但形成的单质可以具有不同的结构,即存在同素异形体(如金刚石和石墨)。若组成物质的单质只具有一种结构,则为纯净物;若组成物质的单质具有不同结构,则为混合物。

[答案] A

[例2] 某期刊封面上有如右一个分子的球棍模型图,图中“棍”代表单键或双键或三键。不同颜色的球代表不同元素的原子,该模型图可代表一种 ()

- A. 卤代酸
- B. 酯
- C. 氨基酸
- D. 醇钠



[解析] 结构中绿球可与四个原子直接相连,代表C;蓝球可与三个原子直接相连,代表N;红球可与两个原子直接相连,代表O;白球只与一个原子直接相连,代表H。因

此,右图模型可表示为 $H_2N-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$,属于氨基酸。

[答案] C

[例3] 某元素X构成的气态 X_2 分子有3种,其相对分子质量分别为70、72、74,气体中此3种分子物质的量之比为9:6:1,则下列说法中正确的是 ()

- A. X有3种同位素
- B. 其中一种同位素原子质量数为36
- C. 气体中质量数为35的X原子,其原子百分比含量为75%
- D. X_2 的平均相对分子质量为72

[解析] X_2 有三种相对分子质量,可知 X_2 的分子式可能为: X_2 、 XX' 、 X'_2 ,则X有两种同位素原子,一种是 ^{35}X ,一种是 ^{37}X 。 ^{35}X 和 ^{37}X 的原子个数之比为:

$$(9 \times 2 + 6) : (6 + 1 \times 2) = 3 : 1。$$

$$X_2 \text{ 的平均相对分子质量为: } \frac{3 \times 35 + 1 \times 37}{4} \times 2 = 71。$$

[答案] C

[例4] 人们已经合成和分离了含高能量的正离子 N_5^+ 的化合物 N_5AsF_6 ,下列叙述错误的是 ()

- A. N_5^+ 共有34个核外电子
- B. N_5^+ 中氮-氮原子间以共用电子对结合
- C. 化合物 N_5AsF_6 中As化合价为+1
- D. 化合物 N_5AsF_6 中F化合价为-1

[解析] N_5^+ 由5个N原子构成,核外电子数为 $7 \times 5 - 1 = 34$ (个),选项A正确; N_5^+ 中N原子间通过共用电子对相结合,选项B正确;F是非金属性最强的元素,化合物中呈-1价,选项D正确;因此,化合物 N_5AsF_6 中As呈+5价,选项C错误。

[答案] C

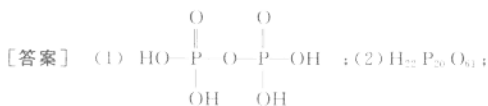
[例5] 磷酸的结构可以表示为 $HO-\overset{\overset{O}{||}}{P}-OH$ 。将磷酸加强热时可发生分子间脱水生成焦磷酸($H_4P_2O_7$)、三磷酸以及高聚磷酸。

(1)焦磷酸的结构式为_____。

(2)当高聚磷酸中磷原子数为20时,其化学式为_____。

(3)有机物中烷烃的化学通式为 C_nH_{2n+2} ,则磷酸、焦磷酸、高聚磷酸这一系列化合物的分子通式为_____。

[解析] $2H_3PO_4 \rightarrow H_4P_2O_7 + H_2O$,因此, $H_4P_2O_7$ 是由两分子磷酸通过分子间脱去一分子水而形成的。当磷酸形成的高聚磷酸分子中含20个磷原子时,说明它是由20个磷酸分子脱去19个水分子所形成的,根据反应前后元素守恒即可求得该二十聚磷酸的化学式和高聚磷酸的通式。



方法归纳

1. 几个易混概念的辨析

(1) 离子与离子晶体: 含阳离子的物质不一定是离子晶体, 可以是金属晶体; 含阴离子的物质一定是离子晶体。

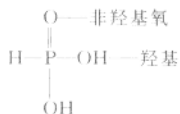
(2) 非金属氧化物与酸性氧化物: 非金属氧化物不一定是酸性氧化物, 可以是不成盐氧化物(CO 、 NO 等); 酸性氧化物不一定是非金属氧化物, 可以是金属氧化物(Mn_2O_7 、 CrO_3 等)。

(3) 金属氧化物与碱性氧化物: 金属氧化物不一定是碱性氧化物, 可以是两性氧化物(Al_2O_3 等), 酸性氧化物(Mn_2O_7 、 CrO_3 等), 也可以是过氧化物(Na_2O_2 等); 碱性氧化物一定是金属氧化物。

(4) 复盐与混盐: 复盐是由一种酸根离子和两种阳离子组成的化合物, 如 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 两种阳离子是 K^+ 和 Al^{3+} ; 混盐是由一种阳离子和两种酸根离子组成的化合物, 如 CaOCl_2 , 两种酸根离子是 Cl^- 和 ClO^- 。

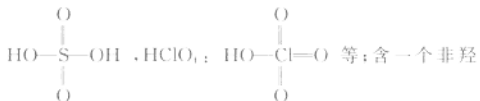
2. 酸与酸的元数、酸性和酸酐

(1) 酸的结构: 以亚磷酸(H_3PO_3)为例:



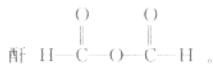
(2) 酸的元数: 只有羟基上的氢在极性水分子的作用下才能发生电离。因此, 酸的元数由酸结构中的羟基数决定, 如 H_3PO_3 为二元酸。

(3) 酸性的强弱: 在酸的结构中, 非羟基氧呈拉电子效应, 可使羟基中 $\text{O} \text{---} \text{H}$ 键的极性增大, 酸性增强。因此, 酸结构中所含非羟基氧越多, 对应酸的酸性越强。一般而言, 含两个或两个以上非羟基氧的酸呈强酸性, 如 H_2SO_4 ;



基氧的酸为中强酸, 如 H_2SO_3 : $\text{HO} \text{---} \text{S} \text{---} \text{OH}$ 等; 不含非羟基氧的酸则更弱, 如 HClO_2 : $\text{Cl} \text{---} \text{O} \text{---} \text{H}$ 等。

(4) 酸酐: 酸脱水后的产物。脱水时在羟基与羟基之间进行, 如 H_2SO_4 中两个羟基脱去一分子水, 得酸酐 SO_3 ; HClO_4 中只含有一个羟基, 则两分子 HClO_4 之间进行脱水, 得酸酐 Cl_2O_7 。同理, 两分子 HCOOH 之间进行脱水, 得酸



成功训练

一、选择题

1. 上海环保部门为了使城市生活垃圾得到合理利用, 近年来逐步实施了生活垃圾分类投放的办法。其中塑料袋、废纸、旧橡胶制品等属于 ()

A. 无机物 B. 有机物 C. 盐类 D. 非金属单质

2. 下列元素在自然界中没有游离态的是 ()

①C ②Si ③O ④S ⑤Na ⑥Cl

A. ②⑤⑥ B. ③④⑤⑥ C. ①②⑤⑥ D. 全部

3. 下列物质中属于离子化合物的是 ()

A. 苛性钠 B. 碘化氢 C. 硫酸 D. 醋酸

4. ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 、 H^+ 、 H_2 是 ()

A. 氢的五种同素异形体 B. 五种氢元素

C. 氢的五种同位素 D. 氢元素的五种不同微粒

5. 下列化学式中, 不能代表某一种纯净物的是 ()

A. P_4 B. CH_2Cl_2 C. CH_4O D. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$

6. 据报道, 科学家已成功合成了少量 N_4 , 有关 N_4 的说法正确的是 ()

A. N_4 是 N_2 的同素异形体

B. N_4 是 N_2 的同分异构体

C. 相同质量的 N_4 和 N_2 所含原子个数比为 1:2

D. N_4 的摩尔质量是 56 g

7. 下列各组物质中: ① Cl_2 、 HClO ② SO_2 、 H_2SO_4

③ NO_2 、 HNO_3 ④ SiO_2 、 H_2SiO_3 ⑤ Mn_2O_7 、 HMnO_4

前者是后者的酸酐, 正确的是 ()

A. ②③ B. ③④ C. ④⑤ D. ①③④

8. 下列各组物质的主要成分, 皆为同一种酸所对应的盐的是 ()

A. 大理石、重晶石、光卤石

B. 小苏打、苏打、大苏打

C. 绿矾、胆矾、明矾

D. 铝土矿、硫铁矿、磁铁矿

9. 下列叙述正确的是 ()

A. 非金属氧化物都是酸性氧化物

B. 碱性氧化物都是金属氧化物

C. 酸酐都是酸性氧化物

D. 酸性氧化物都不能跟酸反应

二、填空题

10. 有下列六种物质: ①硫酸钠 ②二氧化碳 ③二氧化硅 ④硝酸铵 ⑤冰醋酸 ⑥金刚石

(1) 直接由原子构成的是 _____。

(2) 直接由分子构成的是 _____。

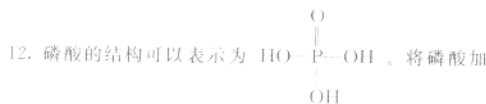
(3) 直接由离子构成的是 _____。

11. 岩石、矿物的结构复杂, 其成分可用氧化物的形式来表示。如硅酸钙(CaSiO_3)可表示为 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 。试用氧化物的化学式表示下列矿物的成分:

(1) 石棉($\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$) _____。

(2) 白云母 $[\text{K}_2\text{Al}_6\text{Si}_6(\text{OH})_4\text{O}_{18}]$ _____。

(3) 正长石(KAlSi_3O_8) _____。



强热时可发生分子间脱水生成焦磷酸 ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$)、三磷酸以及高聚磷酸。

(1) 焦磷酸的结构式为_____。

(2) 当高聚磷酸中磷原子数为 20 时, 其化学式为_____。

(3) 有机物中烷烃的化学通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 则磷酸、焦磷酸、高聚磷酸这一系列化合物的分子通式为_____。

好题特荐

一、选择题

1. 具有相同质子数的两种粒子 ()
A. 一定是同种元素
B. 一定是一种分子和一种离子
C. 一定是不同的离子
D. 无法判断

2. 下列物质中, 肯定是纯净物的是 ()
A. 只有一种元素组成的物质
B. 只有一种原子组成的物质
C. 只有一种分子组成的物质
D. 只有一种元素的阴离子和另一种元素的阴离子组成的物质

3. 下列指定微粒的个数比为 2:1 的是 ()
A. Be^{2+} 离子中的质子和电子
B. ^1H 原子中的中子和质子
C. NaHCO_3 晶体中的阳离子和阴离子
D. BaO_2 (过氧化钡) 固体中的阴离子和阳离子

4. 科学研究发现, Fe_3O_4 中 Fe 呈 +2 和 +3 价, 可写成氧化物的形式 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, 也可写成盐的形式 $\text{Fe}(\text{FeO}_2)_2$ 。 Pb_3O_4 也具有相似性质, 若将 Pb_3O_4 写成盐的形式, 化学式可表示为 ()

- A. $\text{PbO} \cdot \text{Pb}_2\text{O}_3$ B. $\text{Pb}_2 \cdot \text{PbO}_3$
C. $\text{Pb}(\text{PbO}_2)_2$ D. $2\text{PbO} \cdot \text{PbO}_2$

5. 碘和氧可以形成多种化合物, 其中一种称为碘酸碘, 在该化合物中, 碘元素呈 +3 和 +5 两种价态, 这种化合物的化学式是 ()

- A. I_2O_5 B. I_2O_4 C. I_2O_3 D. I_4O_9

6. 已知氯有 ^{35}Cl 、 ^{37}Cl 两种同位素, 且两者在自然界中的个数比为 3:1, 则由 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 构成的三种式量分别为 70、72、74 的氯单质的物质的量之比可能为 ()

- A. 3:2:1 B. 8:1:2 C. 4:1:2 D. 13:1:4

7. 下列说法正确的是 ()

- A. 非金属元素 R 所形成的含氧酸盐 (M_xRO_y) 中的 R 元素必定呈现正价
B. 只有非金属能形成含氧酸或含氧酸盐

C. 除稀有气体外的非金属元素都能生成不同价态的含氧酸

D. 非金属的最高价含氧酸都具有强氧化性

8. 目前, 科学界拟合成一种“二重构造”的球型分子, 即把足球型的 C_{60} 分子熔进 Si_{60} 的分子中, 外面的硅原子与里面的碳原子以其价键结合。下列说法正确的是 ()

A. 它是由两种单质组成的混合物

B. 它是一种单质

C. 它是一种新型的化合物

D. 它的相对分子质量是 $2400 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

9. “混盐”是指一种金属离子与多种酸根离子构成的盐, 如氯化硝酸钙 [$\text{Ca}(\text{NO}_3)\text{Cl}$] 就是一种混盐。“复盐”是指含有多种简单阳离子和一种酸根阴离子的盐如 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 。下列各化合物中属于混盐的是 ()

A. CaOCl_2

B. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$

C. BiONO_3

D. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

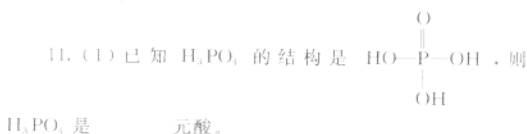
二、填空题

10. 已知三氯化铝的熔点为 190°C , 易升华。试回答下列问题:

(1) 三氯化铝是_____化合物(填“离子”或“共价”)。

(2) 设计一个可靠的实验, 证明你(1)中结论的正确性:

(3) 在 500 K 和 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时, 它的蒸气密度为 $11.92 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (已换算成标准状况下), 则三氯化铝蒸气的化学式为_____。



(2) H_3BO_3 在水中的电离方程式为



则 H_3BO_3 是_____元_____酸。

(3) 1 mol H_3PO_3 最多和 2 mol NaOH 中和, 则 H_3PO_3 是_____元酸。

(4) 已知酸中 -OH 上的氢可以跟 D_2O 中的 D 原子发生氢交换。次磷酸 (H_2PO_2) 也可以跟 D_2O 发生氢交换, 但次磷酸钠 (NaH_2PO_2) 却不能跟 D_2O 发生氢交换。由此推断 H_2PO_2 是_____元酸, NaH_2PO_2 是_____盐(填“正”或“酸式”)。

12. 化合物 E (含两种元素) 与 NH_3 反应, 生成化合物 G 和 H_2 。化合物 G 的相对分子质量约为 81, G 分子中硼元素 (B 相对原子质量为 10.8) 和氢元素的质量百分含量分别是 40% 和 7.4%。由此推断:

(1) 化合物 G 的分子式为_____。

(2) 反应消耗 1 mol NH_3 , 可生成 2 mol H_2 , 组成化合物 E 的元素是_____和_____。

(3) 1 mol E 和 2 mol NH_3 恰好完全反应, 化合物 E 的分子式为_____。



第二节 物质的性质和变化

双基提炼

考纲要求:

(1)掌握化学反应的4种基本类型:化合、分解、置换、复分解。

(2)理解物理变化与化学变化的区别与联系。

一、物质的变化



1. 物理变化:没有新的物质生成。

物理变化仅是物质形态的变化。

常见的物理变化有:物质的三态变化、蒸馏、分馏、盐析、渗析、吸附、升华、焰色反应、气焊、电泳、汽油去油污、金属导电等。

2. 化学变化:有新的物质生成。

化学变化的实质是旧的化学键的断裂和新的化学键的形成,在化学变化中,物质的组成和化学性质都发生了变化。

常见的化学变化有:风化、硫化、老化、裂化、硝化、磺化、水泥硬化、钝化、干馏、电解、电镀、电化学腐蚀、水解、变性、气割、纯碱去油污、同素异形体间的转化等。

二、物质的性质



1. 物理性质:物质不需要发生化学变化就表现出的性质。

主要包括物质的颜色、状态、气味、熔沸点、硬度、密度、溶解度和挥发性等。

2. 化学性质:物质在化学变化中表现出的性质。

主要包括物质的热稳定性、酸性和碱性、氧化性和还原性(可燃性)等。

3. 物质的性质、结构、用途之间的关系:



解说例题

[例1] 用铜锌合金制成的假元宝欺骗行人的事件屡

有发生。下列不易区别其真伪的方法是 ()

- A. 测定密度 B. 放入硝酸中
C. 放入盐酸中 D. 观察外观

[解析] 铜锌合金也称为黄铜,外观与黄金相似,但其密度比黄金小,均可与硝酸反应,锌可与盐酸反应,而黄金与硝酸、盐酸均不反应。

[答案] D

[例2] 生活中遇到下列问题,不涉及到化学变化的是 ()

- A. 用四氯化碳可擦去圆珠笔油
B. 蜂、蚊虫咬处涂抹稀氨水可解痛
C. 可用热的纯碱溶液去除油污
D. 医用酒精可用于皮肤的消毒

[解析] 选项A中利用了相似相溶原理,属于物理变化;B中稀氨水与蜂、蚊分泌的甲酸发生了中和反应,属于化学变化;C中热的纯碱溶液碱性增强,去油污能力增强,属于化学变化;D中酒精的消毒是使细菌的蛋白质发生了变性,属于化学变化。

[答案] A

[例3] 家用炒菜铁锅用水清洗放置后,出现红棕色的锈斑,在此变化过程中不发生的化学反应是 ()

- A. $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
B. $2\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_2$
C. $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4e^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$
D. $\text{Fe} - 3e^- \longrightarrow \text{Fe}^{3+}$

[解析] 铁锅生锈的过程为:负极铁失去电子后生成 Fe^{2+} ,正极上空气中的 O_2 得电子后生成 OH^- , Fe^{2+} 与 OH^- 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,可被空气中的氧气氧化生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 再失水生成铁锈。因此,铁失去电子生成 Fe^{3+} 的反应不可能发生。

[答案] D

[例4] 下列四种判断有具体例证的是 ()

- ①两种弱酸相互反应生成两种强酸
②两种弱酸盐相互作用后生成两种强酸盐
③一种弱酸和一种盐溶液作用后,得到一种强酸和一种盐
④两种酸溶液混合后,溶液的酸性减弱
A. ①② B. ②③ C. ②③④ D. ①②③④

[解析] 酸和酸反应不符合复分解反应规律,应从氧化还原反应角度分析:



同理,两种弱酸盐反应:



两种酸溶液混合,溶液酸性减弱:



弱酸和盐生成强酸也不符合较强酸制取较弱酸的一般规律,但若反应生成了沉淀,反应则可发生:





[答案] D

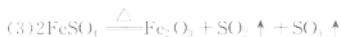
[例 5] 有人在研究 FeSO_4 受热分解时,作了两种假设:

(1)假设它按 KClO_3 受热分解的方式来分解,反应方程式为_____。

(2)假设它按 CaCO_3 受热分解的方式来分解,反应方程式为_____。

(3)事实上,由于 FeO 易被氧化, FeSO_4 的分解产物(分解温度约 500°C)是 Fe_2O_3 、 SO_2 和 SO_3 ,反应方程式是_____。

[解析] 本题属于信息题,要求学生解读题给信息,并结合自己已有知识,再综合运用信息。已知 KClO_3 、 CaCO_3 分解的化学方程式为:



方法归纳

化学反应自发进行的方向总是遵循着从不稳定趋向于稳定,从高能趋向于低能,从强趋向于弱的一般规律,主要表现为:

1. 氧化还原反应中

自发进行的方向为:强氧化性物质+强还原性物质 $\rightarrow$ 弱氧化性物质+弱还原性物质。

2. 非氧化还原反应中

(1)较强的酸、碱制取较弱的酸、碱:酸电离出质子后,形成的酸根就有了结合氢的能力,即具有了碱性。常见的酸的酸性顺序与对应盐的碱性顺序为:

酸的酸性: $\text{HCl} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^- > \text{H}_2\text{AlO}_3^-$

盐的碱性: $\text{AlO}_2^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{ClO}^-$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- > \text{HCO}_3^- > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}^-$

自发进行的反应方向为:较强的酸+较强的碱 $\rightarrow$ 较弱的酸+较弱的碱。如少量 CO_2 通入苯酚钠中,由于酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$,碱性: $\text{CO}_3^{2-} > \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- > \text{HCO}_3^-$,只能发生:



少量 CO_2 通入 NaAlO_2 溶液中,由于酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_3\text{AlO}_3$,碱性: $\text{AlO}_2^- > \text{CO}_3^{2-}$,发生反应:



(2)沉淀的转换:溶液中的沉淀物总是趋向于生成更难溶的物质,如 AgCl 沉淀中加入 KI ,发生反应:



BaCO_3 沉淀中加入 Na_2SO_4 ,发生反应:



溶液中加热 MgCO_3 时,发生反应:



(3)高沸点性酸制取挥发性酸:

用浓硫酸、浓磷酸制取挥发性的 HCl 、 HNO_3 等。如:



成功训练

一、选择题

- 室温时,下列液体的密度比纯水密度大的是 ()
A. 硝基苯 B. 浓氨水 C. 乙醇 D. 汽油
- 下列变化过程全部属于化学变化的是 ()
A. 蒸馏、分馏、干馏 B. 电解、电镀、电泳
C. 水化、硫化、氢化 D. 气化、气焊、气割
- 上海世博园地区的一座大型钢铁厂搬迁后,附近居民将不再受到该厂产生的棕红色烟雾的困扰。你估计这一空气污染物可能含有 ()
A. Fe_2O_3 粉尘 B. P_2O_5 粉尘
C. FeO 粉尘 D. SiO_2 粉尘
- 大理石可以用作墙面、地面和厨房桌面,其主要成份是碳酸钙。食醋不慎滴在大理石桌面上,会使其失去光泽,变得粗糙,下列能正确解释此现象的是 ()
A. 食醋中的水使碳酸钙溶解
B. 食醋中的醋酸将碳酸钙氧化
C. 食醋中的醋酸与碳酸钙反应并放出大量的二氧化碳气体
D. 食醋中的醋酸与碳酸钙发生了复分解反应
- 下列各物质的性质,不属于化学性质的是 ()
A. 二氧化硫使品红溶液褪色
B. 木炭使红墨水溶液褪色
C. 酸使石蕊试液变红
D. 过氧化钠使酚酞先变红后褪色
- 下列各组物质中不易用物理性质区别的是 ()
A. 苯和四氯化碳 B. 酒精和汽油
C. 氯化铵和硝酸铵晶体 D. 碘和高锰酸钾固体
- 下列物质中,受热后不易分解的是 ()
A. 碳酸氢钠 B. 氯化铵 C. 硝酸铜 D. 硫酸钾
- 下列反应不能发生的是 ()
A. $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
B. $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$
D. $2\text{HCl} + \text{Cu} \longrightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
- 下列变化属于物理变化的是 ()
A. 淡蓝色的液氧变为无色的氧气
B. 苯酚在空气中变为粉红色
C. 氯化铵升华
D. 用纯碱溶液去油污

气体

- 下列反应不能发生的是 ()
A. $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
B. $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$
D. $2\text{HCl} + \text{Cu} \longrightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
- 下列变化属于物理变化的是 ()
A. 淡蓝色的液氧变为无色的氧气
B. 苯酚在空气中变为粉红色
C. 氯化铵升华
D. 用纯碱溶液去油污



- 下列变化属于物理变化的是 ()

A. 淡蓝色的液氧变为无色的氧气

B. 苯酚在空气中变为粉红色

C. 氯化铵升华

D. 用纯碱溶液去油污

二、填空题

10. 某混合气体可能含有 H_2 、 CO 、 CO_2 、 HCl 、 NH_3 和水蒸气中的两种或多种,当混合气体依次通过:①澄清石灰水(无浑浊现象),② $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液(出现白色沉淀),③浓硫酸(无明显变化),④灼热的氧化铜(变红),⑤无水硫酸铜(变

蓝)。则可以判断混合气体中:

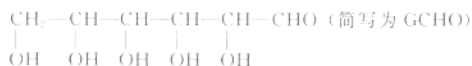
一定含有的气体是 _____;
可能含有的气体是 _____。

11. 在化学反应中,铜元素可表现为 0、+1、+2 价。

(1)在西汉古籍中有记载:曾青得铁则化为铜[即:曾青(CuSO_4)跟铁反应就生成铜]。试写出该反应的化学方程式: _____。

(2)铜器表面有时会生成铜绿 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$,这层铜绿可用化学方法除去。试写出除去铜绿而不损伤器物的反应的化学方程式: _____。

(3)新制的铜试剂 $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ 与葡萄糖反应会生成红色沉淀,因此该试剂可用于检验糖尿病人尿液中葡萄糖的含量。葡萄糖的结构简式如下:



试写出 GCHO 与 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应的化学方程式: _____。

(4)铜钱在历史上曾经是一种广泛流通的货币。试从物理性质和化学性质的角度分析为什么铜常用于制造货币(铜的熔点是 1183.4°C ,铁的熔点是 1534.8°C)。

_____。

好题特荐

一、选择题

- 下列家庭试验中不涉及化学变化的是 ()
A. 用熟苹果催熟青香蕉
B. 用少量食醋除去水壶中的水垢
C. 用糯米、酒曲和水制甜酒酿
D. 用鸡蛋壳膜和蒸馏水除去淀粉胶体中的食盐

- 下列叙述中正确的是 ()
A. 同系物的物理性质一定相同
B. 同素异形体之间的转变属于物理变化
C. 同位素原子具有相同的化学性质
D. 同分异构体一定具有相似的化学性质

- 只用水就能鉴别的一组物质是 ()
A. 苯、乙酸、四氯化碳
B. 乙醇、乙醛、乙酸
C. 乙醛、乙二醇、硝基苯
D. 苯酚、乙醇、甘油

- 下列变化属于物理变化的是 ()
A. 氧气在放电条件下变成臭氧
B. 加热胆矾成白色无水硫酸铜
C. 漂白的草帽久置于空气中变黄
D. 氢氧化铁胶体加入硫酸镁产生沉淀

5. 航天飞机用铝粉与高氯酸铵(NH_4ClO_4)的混合物作为固体燃料,点燃时铝粉氧化放热引发高氯酸铵反应,其方程式可表示为:



下列对此反应的叙述中错误的是 ()

- 上述反应属于分解反应
- 上述反应瞬间产生大量高温气体推动航天飞机飞行

C. 反应从能量变化上说,主要是化学能转变为热能和动能

D. 在反应中高氯酸铵只起氧化剂作用

6. 下列说法,违反科学原理的是 ()

- 碘化银可用于人工降雨
- 闪电时空气中的 N_2 可变为氮的化合物
- 添加少量某物质可将水变成燃料油
- 在一定温度、压强下石墨可变成金刚石

7. 氯化钠(NaH)是一种白色的离子晶体,其中钠是 +1 价, NaH 与水反应放出氢气。下列叙述中正确的是 ()

- NaH 在水中显酸性
- NaH 中氢离子的电子层排布与氢原子的相同
- NaH 中氢离子半径比锂离子半径小
- NaH 中氢离子可被还原成氢气

8. 下列变化属于氧化还原反应的是 ()

- 固体氯化钠与浓硫酸反应,放出氯化氢气体
- 以二氧化锰为催化剂,氯酸钾分解放出氧气
- 氯化铵受热分解,放出氨气和氯化氢气体
- 铵盐与碱共热,放出氨气

9. 下列物质中的杂质(括号内为杂质)不能用加热法直接除去的是 ()

- Fe 粉(硫粉)
- Na_2CO_3 和 (NaHCO_3)
- 食盐(碘)
- $\text{KCl}(\text{KClO}_3)$

二、填空题

10. 在过氧化氢中加入乙醚后,再加入数滴 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的硫酸溶液,轻轻振荡后静置,乙醚层呈现蓝色,这是由于生成的过氧化铬(CrO_5)溶于乙醚的缘故。 CrO_5 的结构式见右图。



(1)在 CrO_5 中氧元素的化合价为 _____。

(2)写出这一反应的离子方程式: _____。

(3)这个反应 _____ (填“是”或“不是”)氧化还原反应。其理由是 _____。

11. 有 a、b、c 三种常见的短周期元素,它们之间两两结合构成化合物 X、Y、Z, X、Y、Z 之间也能相互发生反应。已知 X 是由 a 和 b 元素按原子个数比 1:1 组成的化合物,其他元素形成的单质(仍用 a、b、c 表示)和组成的化合物之间的反应关系如下(未配平):



(1)上述反应中,最有充分理由说明该反应一定属于氧化还原反应的是 _____ (填反应编号)。

(2)如果 m 是一种无色粘稠油状的液体化合物,则 X、Y、Z 的化学式分别是 _____、_____、_____。

(3)III 步反应的化学方程式是 _____。

(4)IV 步反应的化学方程式是 _____。

第三节 氧化还原反应

双基提炼

考纲要求:

- (1)理解氧化还原反应,了解氧化剂和还原剂等概念。
- (2)掌握重要氧化剂、还原剂之间的常见反应。能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目,并能配平反应方程式。

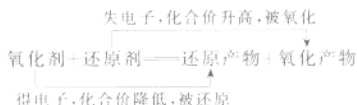
一、氧化还原反应的本质与特征

1. 本质:电子的转移(电子的得失或电子对的偏移)。
2. 特征(外观表征):元素化合价的升降(判断依据)。

二、有关概念及相互联系

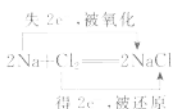
1. 氧化剂:得到电子或是共用电子对偏向的物质;
还原剂:失去电子或是共用电子对偏离的物质。
2. 氧化性:得到电子的能力;
还原性:失去电子的能力。
3. 氧化反应:得到电子或是共用电子对偏向的反应;
还原反应:失去电子或是共用电子对偏离的反应。
4. 氧化产物:还原剂被氧化后的生成物;
还原产物:氧化剂被还原后的生成物。

各概念间形成如下的相互关系图:



三、电子转移的表示方法

1. 双线桥法:表示同种元素在反应前后的电子转移情况。



2. 单桥线法:表示反应过程中电子在反应物间的转移情况。



四、氧化还原反应方程式的配平

1. 依据:化合价升降总数相等或电子转移总数相等。
2. 配平步骤:一标、二等、三定、四平、五查。

解说例题

[例1] 已知常温下在溶液中可发生如下两个离子反应:



由此可以确定 Fe^{2+} 、 Ge^{3+} 、 Sn^{2+} 三种离子的还原性由强到弱的顺序是

- A. Sn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ge^{3+} B. Sn^{2+} 、 Ge^{3+} 、 Fe^{2+}
C. Ge^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Sn^{2+} D. Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Ge^{3+}

[解析] 对于一个自发进行的氧化还原反应,氧化性:氧化剂>氧化产物;还原性:还原剂>还原产物。因此,前一个反应中,还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Ge}^{3+}$,后一个反应中,还原性: $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$,三种离子的还原性顺序为: $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Ge}^{3+}$ 。

[答案] A

[例2] 从矿物学资料查得,一定条件下自然界存在如下反应:



下列说法正确的是

- A. Cu_2S 既是氧化产物又是还原产物
B. 5 mol FeS_2 发生反应,有 10 mol 电子转移
C. 产物中的 SO_4^{2-} 离子有一部分是氧化产物
D. FeS_2 只作还原剂

[解析] 上述反应中, CuSO_4 中 +2 价的 Cu 降至 +1 价, CuSO_4 作氧化剂; FeS_2 中 -1 价的 S 部分降至 -2 价,部分升至 +6 价, FeS_2 既作氧化剂,又作还原剂。 Cu_2S 中 Cu、S 的化合价均降低,是还原产物,产物中部分来自 FeS_2 的 SO_4^{2-} 是氧化产物。5 mol FeS_2 参加反应,得到 7 mol 还原产物,转移电子 $(7 \times 2 + 7) \text{ mol} = 21 \text{ mol}$ 。

[答案] C

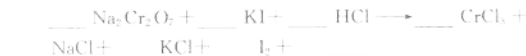
[例3] 化学实验中,如使某步中的有害产物作为另一一步的反应物,形成一个循环,就可不再向环境排放该种有害物质。例如:



(1)在上述有编号的步骤中,需用还原剂的是,需用氧化剂的是(填编号)。

(2)在上述循环中,既能与强酸反应又能与强碱反应的两性物质是(填化学式)。

(3)完成并配平步骤①的化学方程式,标出电子转移的方向和数目:



[解析] (1)在上述转变中, $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{CrCl}_3$,Cr 的化合价降低,被还原,需加还原剂; $\text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4$, $\text{NaCrO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4$,Cr 的化合价升高,被氧化,需加氧化剂。(2)在上述转变中, Cr(OH)_3 能与盐酸反应生成 CrCl_3 ,能与 NaOH 反应生成 NaCrO_2 ,为两性氢氧化物。(3) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow 2\text{CrCl}_3$,化合价降 6 价; $2\text{KI} \rightarrow \text{I}_2$,化合价升 2 价, $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \sim 6\text{KI}$,再利用元素守恒配平其他系数。

[答案] (1)①、④、⑥;(2) Cr(OH)_3





[例 4] 一个完整的氧化还原反应方程式可以拆写成两个“半反应”，一个是“氧化反应”，一个是“还原反应”。如 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 的拆写结果是：氧化反应为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ；还原反应为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$ 。

(1) 试将离子反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$ 拆写为两个半反应式：

氧化反应_____；还原反应_____。

(2) 用铂丝做成两根电极插入 KOH 溶液中。再向两电极分别通入甲烷和氧气，可以构成燃料电池。其中，通入甲烷的电极的反应式为 $\text{CH}_4 + 10\text{OH}^- - 8\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ ，则通入氧气的电极反应式为_____。该燃料电池总反应的离子方程式为_____。

[解析] 氧化还原反应由两个半反应组成，一个是氧化反应，失去电子；一个是还原反应，得到电子，分别对应于原电池中的负极和正极。书写半反应时，应遵循电荷守恒，且两个半反应之和为总反应。

[答案] (1) $2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$ ；
 $\text{NO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ ；(2) $2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- = 8\text{OH}^-$ ；
 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$

[例 5] 已知反应：



现向含 $a \text{ mol FeI}_2$ 和 $b \text{ mol FeBr}_2$ 的混合液中逐渐通入 $c \text{ mol Cl}_2$ ，反应随 Cl_2 通入明显分成几个阶段进行。试分别填写在 c 值增大过程中，不同 c 值范围内，被氧化的离子及被氧化的离子的物质的量(用含 a, b, c 代数式表示)。

反应物物质的量之间的关系	此阶段被氧化的离子符号	被氧化的离子的物质的量(mol)
$0 < c \leq a$		
$a < c \leq (3a+b)/2$		
$(3a+b)/2 < c \leq 3(a+b)/2$		

[解析] 根据上述反应可得微粒的还原性顺序为： $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$ ，因此，在含有 $(a+b) \text{ mol Fe}^{2+}$ 、 $2a \text{ mol I}^-$ 和 $2b \text{ mol Br}^-$ 的混合液中通入 $c \text{ mol Cl}_2$ 时， Cl_2 先氧化 I^- ，再氧化 Fe^{2+} ，最后氧化 Br^- 。

因此，当 $0 < c \leq a$ 时，只发生反应：



混合液中有 $2c \text{ mol I}^-$ 被氧化；

当 $a < c \leq (3a+b)/2$ 时，此时混合液中 I^- 已完全氧化，只发生反应：



混合液中有 $(2c-2a) \text{ mol Fe}^{2+}$ 被氧化；

当 $(3a+b)/2 < c \leq 3(a+b)/2$ 时，此时混合液中 I^- 、 Fe^{2+} 已完全氧化，只发生反应：



混合液中有 $[2c - 2a - (a+b)] \text{ mol} = (2c - 3a - b) \text{ mol Br}^-$ 被氧化。

[答案]

I^-	$2c$
Fe^{2+}	$2c - 2a$
Br^-	$2c - 3a - b$

方法归纳

1. 氧化性和还原性

氧化性是指氧化剂得电子的能力，氧化剂得到电子后化合价降低。因此，具有氧化性的物质中元素的化合价应能降低，即处于较高价；还原性是指还原剂失电子的能力，还原剂失去电子后化合价升高。因此，具有还原性的物质中元素的化合价应能升高，即处于较低价。

(1) 只具有氧化性：元素的化合价处于最高价，如 MnO_4^- 、浓 H_2SO_4 、 HNO_3 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等。

(2) 既具有氧化性，又具有还原性：元素的化合价处于中间价态或所含元素中有高价元素，也有低价元素，如 H_2O_2 、 HCl 、 H_2S 、 SO_2 、 Fe^{2+} 等。

(3) 只具有还原性：元素的化合价处于最低价，如 S^{2-} 、 Br^- 、 I^- 、 Cl^- 、 Fe 、 Cu 等。

2. 氧化性、还原性的强弱判断

(1) 根据金属、非金属活动性顺序表

① 元素的金属性越强，对应金属单质的还原性越强，对应简单离子的氧化性则越弱。如金属单质的还原性顺序： $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Ag}$ ；简单离子的氧化性顺序： $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ 。

② 元素的非金属性越强，对应非金属单质的氧化性越强，对应简单离子的还原性则越弱。如非金属单质的氧化性顺序： $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{S}$ ；简单离子的还原性顺序： $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$ 。

(2) 根据反应

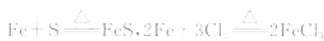
① 对于一个能自发进行的氧化还原反应，氧化性：氧化剂 $>$ 氧化产物；还原性：还原剂 $>$ 还原产物。如



氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$

还原性： $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$

② 反应条件相同，不同氧化剂把同种还原剂氧化的程度越大，氧化性越强。如



氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{S}$

③ 不同氧化剂把同种还原剂氧化到相同程度，反应越容易进行，氧化性越强。如



氧化性： $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$

成功训练

一、选择题

1. 下列化工生产过程所发生的反应不属于氧化还原反应的是 ()

- A. 用油脂制肥皂
 B. 用铝土矿制金属铝



- C. 用氯气和消石灰制漂白粉
D. 用氢气和氮气合成氨

2. 重铬酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7]$ 受热分解的反应为氧化还原反应。下列对重铬酸铵受热分解产物的判断符合实际的是 ()

- A. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ D. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3. 下列氧化还原反应中, 水作氧化剂的是 ()

- A. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
B. $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$
C. $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
D. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

4. 已知:



判断下列物质的氧化能力由大到小的顺序是 ()

- A. $\text{Fe}^{3+} > \text{Cl}_2 > \text{I}_2$ B. $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
C. $\text{I}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ D. $\text{Cl}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+}$

5. 铋酸钠(NaBiO_4)在酸性溶液中可把 Mn^{2+} 氧化成 MnO_4^- , 在调节溶液的酸性时, 不能选用的酸是 ()

- A. 稀硫酸 B. 稀硝酸
C. 稀盐酸 D. 高氯酸

6. 在一定条件下, 分别以高锰酸钾、氯酸钾、过氧化氢为原料制取氧气, 当制得同温、同压下相同体积的氧气时, 三个反应中转移的电子数之比为 ()

- A. 1 : 1 : 1 B. 2 : 2 : 1
C. 2 : 3 : 1 D. 4 : 3 : 2

7. 已知 Cl^- 、 Fe^{2+} 、 H_2O_2 、 I^- 和 SO_3^{2-} 均具有还原性, 且在酸性条件下其还原性依次增强。则下列反应不能发生的是 ()

- A. $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
B. $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$
C. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 \longrightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
D. $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

8. 已知氧化还原反应:



其中 1 mol 氧化剂在反应中得到的电子为 ()

- A. 10 mol B. 11 mol C. 12 mol D. 13 mol

二、填空题

9. 用双线桥分析下列氧化还原反应(写出得失电子数, 被氧化或被还原), 并完成下列填空。



氧化剂为 _____, 还原剂为 _____, 12 g C 参与反应可得到 _____ g 还原产物。



被氧化的元素是 _____, 被还原的元素是 _____, 氧化产物是 _____, 还原产物是 _____, 氧化剂与还原剂的质量比是 _____。



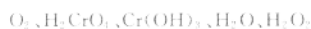
被氧化的物质是 _____, 被还原的物质是 _____。

氧化产物与还原产物的质量比是 _____, 该反应的离子方程式为 _____。



被氧化的元素是 _____, 被还原的元素是 _____, 反应中被氧化的盐酸和未被氧化盐酸的质量比是 _____, 该反应的离子方程式为 _____。

10. 某一反应体系有反应物和生成物共五种物质:



已知该反应中 H_2O_2 只发生如下过程: $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2$

(1) 该反应中的还原剂是 _____。

(2) 该反应中, 发生还原反应的过程是 _____。

(3) 写出该反应的化学方程式, 并标出电子转移的方向和数目: _____。

(4) 如反应转移了 0.3 mol 电子, 则产生的气体在标准状况下体积为 _____。

11. 在热的稀硫酸溶液中溶解了 11.4 g FeSO_4 。当加入 50 mL 0.5 mol $\cdot$ L $^{-1}$ 的 KNO_3 溶液后, 使其中的 Fe^{2+} 全部转化成 Fe^{3+} , KNO_3 也反应完全, 并有 N_2O_4 氮氧化物气体逸出。



(1) 推算出 $x =$ _____, $y =$ _____。

(2) 反应中氧化剂为 _____。

(3) 配平后的化学方程式为 _____。

(用短线和箭头标出电子转移的方向和总数)。

三、计算题

12. 三聚氰酸 $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3$ 可用于消除汽车尾气中的氮氧化物(如 NO_2)。当加热至一定温度时, 它发生如下分解: $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 \longrightarrow 3\text{HNCO}$ 。HNCO(异氰酸, 其结构是 $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$)能和 NO_2 反应生成 N_2 、 CO_2 和 H_2O 。

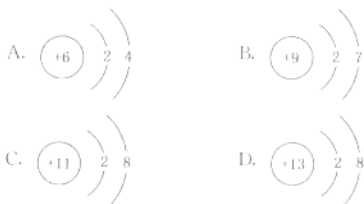
(1) 写出 HNCO 和 NO_2 反应的化学方程式。分别指明化合物中哪种元素被氧化? 哪种元素被还原? 标出电子转移的方向和数目。

(2) 如按上述反应式进行反应, 试计算吸收 1.0 kg NO_2 气体所消耗的三聚氰酸的质量。

好题特荐

一、选择题

1. 在下图所表示的微粒中,氧化性最强的是 ()



2. 化学家将 PtF_6 和 Xe (氙) 适量混合后,首次制得稀有气体化合物六氟合铂酸氙: $\text{Xe} + \text{PtF}_6 \rightarrow \text{XePtF}_6$ 。有关此反应的叙述中正确的是 ()

- A. Xe 是氧化剂
B. PtF_6 是氧化剂
C. PtF_6 既是氧化剂,又是还原剂
D. 该反应属于非氧化还原反应

3. 被称为万能还原剂的 NaBH_4 溶于水并和水反应:
 $\text{NaBH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaBO}_2 + 4\text{H}_2 \uparrow$

- 下列说法中正确的是(NaBH_4 中 H 为 -1 价) ()
A. NaBH_4 既是氧化剂又是还原剂
B. NaBH_4 是氧化剂, H_2O 是还原剂
C. 硼元素被氧化,氢元素被还原
D. 被氧化的元素与被还原的元素质量比为 $1:1$

4. X 、 Y 、 Z 为三种单质。已知: Y 能将 Z 从其化合物的水溶液中置换出来,而 Z 又能将 X 从其化合物中置换出来。由此可以推断下列说法中可能正确的是 ()

- ① 单质的氧化性: $\text{Y} > \text{Z} > \text{X}$
② 单质的还原性: $\text{Y} > \text{Z} > \text{X}$
③ 对应离子的氧化性: $\text{X} > \text{Z} > \text{Y}$
④ 对应离子的还原性: $\text{X} > \text{Z} > \text{Y}$
A. 只有① B. 只有②③ C. 只有①④ D. ①②③④

5. 某溶液中 Cl^- 与 I^- 的物质的量浓度相同,为了氧化 I^- 而不使 Cl^- 被氧化,试依据下列三个反应判断可选用的氧化剂是 ()

- ① $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
② $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Cl}^-$
③ $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
A. FeCl_2 B. KMnO_4 C. 浓盐酸 D. FeCl_3

6. Cu_2S 与一定浓度的 HNO_3 反应,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 CuSO_4 、 NO_2 、 NO 和 H_2O ,当 NO_2 和 NO 的物质的量为 $1:1$ 时,实际参加反应的 Cu_2S 与 HNO_3 的物质的量之比为 ()

- A. $1:7$ B. $1:9$ C. $1:5$ D. $2:9$

7. 氧化剂 $\text{XO}(\text{OH})^{2+}$ 被 Na_2SO_3 还原到低价,如还原含 $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol XO}(\text{OH})^{2+}$ 的溶液,需 $30 \text{ mL } 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液,则 X 元素的最终价态为 ()

- A. $+2$ B. $+1$ C. 0 D. $+3$

8. 足量铜与一定量浓硝酸反应得到硝酸铜溶液和 NO_2 、

N_2O_4 、 NO 的混合气体,这些气体与 1.68 L O_2 (标准状况)混合后通入水中,所有气体完全被水吸收生成硝酸。若向所得硝酸铜溶液中加入 $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液至 Cu^{2+} 恰好完全沉淀,则消耗 NaOH 溶液的体积是 ()

- A. 60 mL B. 45 mL C. 30 mL D. 15 mL

二、填空题

9. 氧化还原反应中实际上包含氧化和还原两个过程。下面是一个还原过程的反应式:



KMnO_4 、 Na_2CO_3 、 Cu_2O 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 四种物质中的一种物质(甲)能使上述还原过程发生。

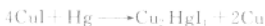
(1) 写出并配平该氧化还原反应的方程式 _____

(2) 反应中硝酸体现了 _____、_____ 性质。

(3) 反应中若产生 0.2 mol 气体,则转移电子的物质的量是 _____ mol 。

(4) 若 1 mol 甲与某浓度硝酸反应时,被还原硝酸的物质的量增加,原因是: _____。

10. 实验室为监测空气中汞蒸气的含量,往往悬挂涂有 CuI 的滤纸,根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量,其反应为:



(1) 上述反应产物 Cu_2HgI_4 中, Cu 元素显 _____ 价。

(2) 以上反应中的氧化剂为 _____; 当有 1 mol CuI 参与反应时,转移电子 _____ mol 。

(3) CuI 可由 Cu^{2+} 与 I^- 直接反应制得,请配平下列反应的离子方程式。



11. 化合物 BrF_x 与水按物质的量之比 $3:5$ 发生反应,其产物为溴酸、氢氟酸、单质溴和氧气。

- (1) BrF_x 中, $x =$ _____。
(2) 该反应的化学方程式是 _____。
(3) 此反应中的氧化剂是 _____; 还原剂是 _____。
(4) 若生成 3.36 L O_2 (标况下),则被水还原的 BrF_x 的物质的量为 _____。

三、计算题

12. 维生素 C (又名抗坏血酸,分子式为 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) 具有较强的还原性,放置在空气中易被氧化,其含量可通过在弱酸性溶液中用已知浓度的 I_2 溶液进行滴定。该反应的化学方程式如下:



现欲测定某样品中维生素 C 的含量,具体的步骤及测得的数据如下。取 $10 \text{ mL } 6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CH}_3\text{COOH}$, 加入 100 mL 蒸馏水,将溶液加热煮沸后放置冷却。精确称取 0.2000 g 样品,溶解于上述冷却的溶液中。加入一定量某指示剂,立即用浓度为 $0.05000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 I_2 溶液进行滴定,至滴定终点时共消耗 21.00 mL I_2 溶液。

(1) 为何加入的 CH_3COOH 稀溶液要先经煮沸、冷却后才能使用?

(2) 滴定时选用的指示剂是什么?

(3) 计算样品中维生素 C 的质量分数。

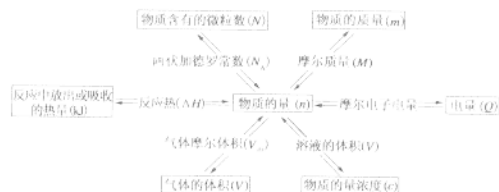


第四节 物质的量

双基提炼

纲要要求:

- (1)理解相对原子质量、相对分子质量的含义。
- (2)掌握有关相对原子量、相对分子量以及确定分子式的计算。
- (3)了解物质的量的单位——摩尔(mol),摩尔质量的含义。理解阿伏加德罗常数。掌握物质的量与微粒(原子、分子、离子等)数目之间的相互关系。
- (4)掌握有关物质的量的计算。



1. 物质的量(n)

物质的量是表示含有一定数目粒子的集体的物理量,其单位是摩尔(mol)。1 mol任何粒子的粒子数与0.012 kg ^{12}C 中所含的碳原子数相同。这里的粒子指分子、原子、离子、电子、质子、中子等。

2. 阿伏加德罗常数(N_A)

1 mol任何粒子的粒子数叫做阿伏加德罗常数。最新测定数据为 $6.0221367 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$,通常使用 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 这个近似值。

3. 摩尔质量(M)

单位物质的量的物质所具有的质量叫做摩尔质量。单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。摩尔质量在数值上与该粒子的相对原子质量或相对分子质量相等。

解说例题

【例1】某元素一个原子的质量为 $a \text{ g}$,一个 ^{12}C 原子的质量为 $b \text{ g}$,阿伏加德罗常数为 N_A ,则该原子的相对原子质量为(数值上) ()

- A. a/b B. $12b/a$ C. a/N_A D. aN_A

【解析】由于相对原子质量在数值上等于1 mol物质的质量,而1 mol原子的质量等于一个原子的质量乘上阿伏加德罗常数,故该原子的相对原子质量等于 aN_A 。根据相对原子质量的定义,该元素原子的相对原子质量为 $\frac{aN_A}{\frac{1}{12} \times bN_A} = \frac{12a}{b}$ 。

【答案】 D

【例2】 N_A 为阿伏加德罗常数,下列叙述正确的是 ()

A. 80 g 硝酸铵含有氮原子数为 $2N_A$

B. 1 L 1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸溶液中,所含 HCl 分子数为 N_A

C. 标准状况下,11.2 L 己烷所含分子数为 $0.5N_A$

D. 在铜与硫的反应中,1 mol 铜失去的电子数为 $2N_A$

【解析】 80 g 硝酸铵的物质的量为 1 mol,其中含氮原子为 2 mol,数目为 $2N_A$,选项 A 正确;HCl 为强电解质,完全电离,不存在 HCl 分子,选项 B 错误;标准状况下己烷为液体,不能用气体摩尔体积计算,选项 C 错误; $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$, 1 mol 铜失去 1 mol 电子,选项 D 错误。

【答案】 A

【例3】 V_2O_5 和 V_2O_3 按不同的物质的量之比混合可按计量发生完全反应,今欲制备 V_5O_{15} ,则 V_2O_5 和 V_2O_3 的物质的量之比应为 ()

- A. 1:2 B. 2:1 C. 3:5 D. 5:3

【解析】 设 V_2O_5 的物质的量为 x , V_2O_3 的物质的量为 y 。则 $(2x+2y):(3x+5y)=8:17$,得 $x:y=3:5$ 。也可用十字交叉法求解, V_2O_5 、 V_2O_3 和 V_5O_{15} 中 O 与 V 的个数比之间进行十字交叉即可求得两者的物质的量之比。

【答案】 C

【例4】 重水 A 和普通水 B 分别跟足量的金属钠反应,下列叙述正确的是 ()

- A. A、B 质量相等时,产生气体的体积在同温、同压下相等
B. A、B 质量相等时,产生气体的质量相等
C. A、B 的物质的量相等时,产生气体的体积在同温、同压下相等
D. A、B 的物质的量相等时,产生气体的质量相等

【解析】 D_2O 与 H_2O 的分子量分别为 20 和 18。因此,等质量的 A、B 产生气体的物质的量之比为 $18:20$,同温同压下的体积比为 $18:20$,质量比为 $(18 \times 4):(20 \times 2)=9:5$,选项 A、B 错误;等物质的量的 A、B 产生气体的物质的量之比为 $1:1$,质量比为 $(1 \times 4):(1 \times 2)=2:1$,选项 C 正确, D 错误。

【答案】 C

【例5】 称取金属钠、铝、铁各 $m \text{ g}$,在室温下分别与 $V \text{ L}$ $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸充分反应。试推断:在下列三种情况下, V 值的取值范围(用含 m 的表达式表示)。

- (1)铝与盐酸反应放出的氢气最多。
- (2)钠与盐酸反应放出的氢气最多。
- (3)铝、铁分别与 $V \text{ L}$ 盐酸反应产生的氢气一样多。

【解析】 此题若用常规的讨论法,非常繁杂,若辅之以坐标法则能简化计算。4V mol HCl 完全反应,放出 H_2 的物质的量为 2V mol,能反应的金属钠的质量为 $4V \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 92V$

