第13单元　铁、铜的获取及应用　金属矿物的开发利用



考点一　铁及其重要的化合物

知识梳理

1.铁的存在(a)

(1) 铁在周期表中的位置为　　　　　　　　,是一种应用最广泛的过渡元素,通常显　　　　价和　　　　价,其中

　　　　价比较稳定。

(2)存在形态:

自然界中铁主要以　　　　　形式存在,铁单质只存在于　　　　　中。铁元素在地壳中的含量位居第　　　　　　　位。

(3)常见铁矿石:

磁铁矿[主要成分为　　　　　　　(填化学式,下同)],赤铁矿(主要成分为　　　　　　　),黄铁矿(主要成分为　　　　　　　)。

2.铁的性质

(1)物理性质(a):

纯铁为　　　　色,具有导电、导热和延展性,具有能被　　　　吸引的特性。

 (2)化学性质(写化学式或化学方程式)(b)

铁单质性质活泼,有较强的还原性,氧化产物中铁元素的主要化合价为+2价或+3价。



①与非金属单质的反应

a.与O2的反应:

常温:铁被腐蚀生成铁锈,其主要成分为　　　　　。

点燃:　 。

b.与Cl2的反应:　 。

c.与S的反应:　 。

②与水的反应:常温下铁与水不反应,在高温条件下与水蒸气的反应为　　　　　　　　　　　　　　　。

③与酸的反应:

a.与非氧化性酸反应的离子方程式:　 。

b.与氧化性酸反应:遇冷的浓硫酸或浓硝酸钝化,与稀硝酸或在加热条件下与浓硫酸、浓硝酸反应,但无H2产生。

④与某些盐溶液的反应:

a.与CuSO4溶液反应的离子方程式:　 。

b.与FeCl3溶液反应的离子方程式:　 。

3.铁的冶炼(b)

(1)设备:　　　　　　。

(2)原料:

　　　　　、　　　　、空气、　　　　等。

(3)反应原理:

用还原剂将铁从其化合物中　　　　出来。

(4)炼铁的主要化学方程式:

①还原剂的形成:　 , 　 。

②铁的还原:　 。

③炉渣的形成:　 , 　 。

4.铁的氧化物(c)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 化学式 | FeO | Fe2O3 | Fe3O4 |
| 俗名 | — | 铁红 | 磁性氧化铁 |
| 颜色状态 | 黑色粉末 | 红棕色粉末 | 黑色晶体 |
| 溶解性 | 难溶于水 | 难溶于水 | 难溶于水 |
| 铁的化合价 | 　　　  | 　　　  | 　　　  |
| 稳定性 | 不稳定 | 稳定 | 稳定 |
| 与H+反应的离子方程式 | 　FeO+2H+Fe2++H2O | 　　　　　 　　　　　  | 　　　　 　　　　  |

5.铁的氢氧化物(c)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 化学式 | Fe(OH)2 | Fe(OH)3 |
| 颜色状态 | 　　　　色固体  | 　　　　色固体  |
| 与盐酸反应 | 　Fe(OH)2+2H+Fe2++2H2O | 　Fe(OH)3+3H+Fe3++3H2O |
| 受热分解 | — | 　2Fe(OH)3Fe2O3+3H2O |

(续表)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 化学式 | Fe(OH)2 | Fe(OH)3 |
| 制法 | 　可溶性亚铁盐与碱溶液反应　Fe2++2OH-Fe(OH)2↓ | 　可溶性铁盐与碱溶液反应　Fe3++3OH-Fe(OH)3↓ |
| 二者的关系 | 　在空气中,Fe(OH)2能够非常迅速地被氧气氧化成Fe(OH)3,现象是白色絮状沉淀迅速变成　　 　色,最后变成　　　　色,化学方程式为　　　　　　　　　　　　 　  |

题组训练

题组　铁及其化合物的性质及应用

1.[2020·浙江学军中学高三其他] 在通风橱中进行下列实验:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 步骤 |  |  |
| 现象 | Fe表面产生大量无色气泡,液面上方变为红棕色 | Fe表面产生少量红棕色气泡后,迅速停止 | Fe、Cu接触后,其表面均产生红棕色气泡 |

下列说法中,不正确的是 (　　)

A.Ⅰ中气体由无色变红棕色的化学方程式为2NO+O22NO2

B.Ⅱ中的现象说明Fe表面形成致密的氧化层,阻止Fe进一步反应

C.对比Ⅰ、Ⅱ中现象,说明稀HNO3的氧化性强于浓HNO3

D.针对Ⅲ中现象,在Fe、Cu之间连接电流计,可判断Fe是否持续被氧化

2.[2020·浙江宁波中学高三阶段测试] 如图13-1所示,此装置可用来制取和观察Fe(OH)2在空气中被氧化的颜色变化。实验时必须使用铁屑和6 mol·L-1的硫酸,其他试剂任选。填写下列空白:



图13-1

(1)B中盛有一定量的NaOH溶液,A中应预先加入的药品是　　　　。A中反应的离子方程式是　　　　　　　　　　　　　　　　　　。

(2)实验开始时先将止水夹a　　　　(填“打开”或“关闭”)。

(3)简述生成Fe(OH)2的操作过程: 　 。

(4)实验完毕,打开b处止水夹,放入一部分空气,此时B瓶中发生的反应为　 。

(5)下列各图示中能较长时间看到Fe(OH)2白色沉淀的是　　　　　(填序号)。



图13-2

考点二　Fe2+、Fe3+的性质及检验

知识梳理

1.亚铁盐(c)

含有Fe2+的溶液呈浅绿色,Fe2+既有　　　　　性,又有　　　　性,Fe2+与Zn、Cl2反应的离子方程式分别为Zn+Fe2+Zn2++Fe,2Fe2++Cl22Fe3++2Cl-。

2.铁盐(c)

(1)氧化性

含有Fe3+的溶液呈　　　　色,Fe3+具有氧化性,Fe3+与Cu反应的离子方程式为2Fe3++Cu2Fe2++Cu2+。

(2)特性

含有Fe3+的盐溶液遇到KSCN时变成　　　色。

3.亚铁盐和铁盐的转化(c)

Fe2+Fe3+

完成下列变化的离子方程式,体会Fe2+与Fe3+的转化条件。

(1)将H2S气体通入FeCl3溶液中产生淡黄色沉淀:　 。

(2)将FeCl3溶液滴入KI-淀粉溶液中,溶液变蓝:　 。

(3)用FeCl3溶液腐蚀废旧线路板上的铜箔:　 。

(4)将H2O2溶液滴入到酸性FeCl2溶液中:　 。

4.Fe2+和Fe3+的检验(c)

(1)根据溶液颜色判断:含有Fe2+的溶液显浅绿色;含有Fe3+的溶液显棕黄色。

(2)用KSCN溶液和氯水检验



(3)用NaOH溶液检验



(4)含Fe2+、Fe3+的混合溶液中Fe2+、Fe3+的检验

①Fe3+的检验:

A.混合溶液溶液变血红色,说明含有Fe3+

B.混合溶液试纸变蓝色,说明含有Fe3+

②Fe2+的检验:

混合溶液KMnO4溶液紫红色褪去,说明含有Fe2+

题组训练

题组一　Fe3+和Fe2+的性质及转化

1.向盛有Fe2O3、CuO、Fe、Cu的烧杯中加入过量稀硫酸,充分反应后,仍有红色粉末剩余,则关于反应后溶液中金属阳离子的判断一定正确的是 (　　)

A.一定有Fe2+,可能有Cu2+

B.只有Fe2+

C.一定有Fe2+、Cu2+,可能有Fe3+

D.只有Fe2+和Fe3+

2.为了探究铁及其化合物的氧化性和还原性,其同学设计如下实验方案,其中符合实验要求且正确的是 (　　)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 选项 | 实验操作 | 实验现象 | 离子反应 | 实验结论 |
| A | 　在氯化亚铁溶液中滴加新制氯水 | 　浅绿色溶液变成棕黄色溶液 | 　2Fe2++Cl22Fe3++2Cl- | 　Fe2+具有氧化性 |
| B | 　在氯化亚铁溶液中加入铜片 | 　浅绿色溶液变成蓝色溶液 | 　Fe2++CuFe+Cu2+ | 　铜具有还原性 |
| C | 　在氯化铁溶液中加入铁粉 | 　棕黄色溶液变成浅绿色溶液 | 　2Fe3++Fe3Fe2+ | 　铁单质具有还原性 |
| D | 　在氯化铁溶液中加入铜粉 | 　棕黄色溶液变成蓝色溶液 | 　2Fe3++Cu2Fe2++Cu2+ | 　Fe3+具有还原性 |



铁三角中重要的转化



题组二　Fe2+、Fe3+的检验

3.下列有关物质检验的方法不合理的是 (　　)

A.向某溶液中滴加KSCN溶液,溶液不变色,滴加氯水后溶液显血红色,该溶液中一定含有Fe2+

B.用酸性KMnO4溶液检验FeCl3溶液中是否含有FeCl2

C.检验绿矾晶体是否已氧化变质,可将绿矾晶体溶于稀H2SO4后滴加KSCN溶液,再观察溶液是否变红色

D.向某溶液中加入NaOH溶液产生红褐色沉淀,说明溶液中含有Fe3+

4.选择合适试剂完成甲、乙两组实验。

甲组:检验含Fe3+的溶液中是否含有Fe2+;

乙组:检验含Fe2+的溶液中是否含有Fe3+。

下列试剂及加入试剂顺序能达到实验目的的是 (　　)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试剂选项 | 甲组 | 乙组 |
| A | 新制氯水、KSCN溶液 | NaOH溶液 |
| B | 酸性KMnO4溶液 | KSCN溶液 |
| C | KOH溶液 | 溴水 |
| D | 溴水 | 酸性KMnO4溶液 |

5.某同学为了检验家中的一瓶补铁药(成分为FeSO4)是否变质,查阅了有关资料,得知Fe2+能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使高锰酸钾溶液褪色,并结合已学的知识设计了如下实验:将药片除去糖衣研细后,溶解过滤,取滤液分别加入两支试管中,在一支试管中滴入酸性高锰酸钾溶液,在另一支试管中滴入KSCN溶液。请你填出该同学实验中出现以下现象时应得出的结论:

(1)若滴入酸性高锰酸钾溶液后褪色,滴入KSCN溶液后不变红,结论是　　　　　　　。

(2)若滴入酸性高锰酸钾溶液后不褪色,滴入KSCN溶液变红,结论是　　　　　　　。

(3)若滴入酸性高锰酸钾溶液后褪色,滴入KSCN溶液变红,结论是　　　　　　　　。

(4)能不能将KMnO4和KSCN滴入到同一试管中进行验证,为什么?试进行解释:　　　　　　　　　　　　　　　　　　。



检验Fe2+和Fe3+时的注意事项

(1)检验Fe2+时不能先加氯水后加KSCN溶液,也不能将加KSCN后的混合溶液加入足量的新制氯水中(新制氯水可以氧化SCN-)。

(2)当溶液浓度较稀时,不宜利用观察法或加NaOH溶液的方法检验Fe2+或Fe3+的存在。

(3)Fe3+、Fe2+、Cl-同时存在时不能用酸性KMnO4溶液检验Fe2+(Cl-能还原酸性KMnO4溶液,有干扰)。

(4)检验Fe2+、Fe3+的其他方法

①检验Fe2+最好、最灵敏的试剂是铁氰化钾K3[Fe(CN)6]:3Fe2++2[Fe(CN)6]3-Fe3[Fe(CN)6]2↓(蓝色)。

②检验Fe3+也可用苯酚(C6H5OH),在FeCl3溶液中滴加苯酚溶液,溶液显紫色。

考点三　铜及其化合物

知识梳理

1.铜的性质及冶炼

(1)存在形态(a)

在自然界中铜元素的存在形态:既有游离态,又有化合态,以　　　　为主。常见的铜矿有:黄铜矿(主要成分为　　　　)、孔雀石[主要成分为　　　　　　　　]。

(2)物理性质(a)

铜呈　　　　色,具有金属光泽,具有导电性、导热性、延展性,被广泛用于电器元件、导线等的制造。

(3)化学性质(b)

|  |  |
| --- | --- |
| 反应物质 | 化学方程式 |
| 非金属单质 | O2 | 2Cu+O22CuO |
| S | 2Cu+S　　　  |
| Cl2 | Cu+Cl2CuCl2 |
| 氧化性酸 | 浓H2SO4 | Cu+2H2SO4(浓)CuSO4+SO2↑+2H2O |
| 浓HNO3 | Cu+4HNO3(浓)　　　　　　　  |
| 稀HNO3 | 3Cu+8HNO3(稀)　　　　　　　  |
| 盐溶液 | AgNO3溶液、FeCl3溶液 | 　Cu+2AgNO3Cu(NO3)2+2Ag　Cu+2FeCl3CuCl2+2FeCl2 |

(4)铜的冶炼(b)

①高温冶炼黄铜矿→　　　　　　→电解精炼。

②湿法炼铜

反应原理为　　　　　　　　　　　　　　(用离子方程式表示)。

③生物炼铜

利用微生物将难溶的铜矿转化为易溶的铜盐,再将其转化为　　　　。

2.铜的重要化合物

(1)氧化铜和氧化亚铜

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 氧化铜 | 氧化亚铜 |
| 颜色 | 黑色 | 砖红色 |
| 与酸反应(H+) | CuO+2H+Cu2++H2O | 　Cu2O+2H+Cu2++Cu+H2O(反应中的酸为非强氧化性酸) |
| 与H2、乙醇等还原剂反应 | H2+CuO　　　 CH3CH2OH+CuO　　　   | H2+Cu2O2Cu+H2O |
| 转化关系 | 4CuO2Cu2O+O2↑ |

(2)氢氧化铜[Cu(OH)2]是　　　　不溶于水的固体,可溶于酸,受热分解的化学方程式为　　　　　　　　　　　;具有弱氧化性,可用于检验　　　　　　。

(3)无水硫酸铜(CuSO4)是　　　　色粉末,常用于检验水的存在,吸水后变为　　　　色的晶体(CuSO4·5H2O),俗称　　　　　　　　。铜盐能杀死某些细菌,并能抑制藻类生长,游泳馆常用　　　　作池水消毒剂;CuSO4和　　　　的混合液即为无机农药波尔多液,是一种良好的杀菌剂。

题组训练

题组　铜及其化合物的性质和应用

1.某同学通过如下流程制备氧化亚铜:

Cu2(OH)2CO3CuCl2溶液CuClCu2O

图13-3

已知CuCl难溶于水和稀硫酸:Cu2O+2H+Cu2++Cu+H2O

下列说法不正确的是 (　　)

A.步骤②中的SO2可用Na2SO3替换

B.步骤③中为防止CuCl被氧化,可用SO2水溶液洗涤

C.步骤④发生反应的离子方程式为2CuCl+2OH-Cu2O+2Cl-+H2O

D.如果Cu2O试样中混有CuCl和CuO杂质,用足量稀硫酸与Cu2O试样充分反应,根据反应前、后固体质量可计算试样纯度

2.[2019·浙江4月选考] 固体化合物X由3种元素组成。某学习小组进行了如下实验:



图13-4

请回答:

(1)由现象1得出化合物X含有　　　　元素(填元素符号)。

(2)固体混合物Y的成分是　　　　　　　　(填化学式)。

(3)X的化学式为　　　　。

X与浓盐酸反应产生黄绿色气体,固体完全溶解,得到蓝色溶液,该反应的化学方程式是　 。



铜及其化合物性质中几个注意事项

(1)可利用反应2Cu+O22CuO除去混合气体中的少量O2。

(2)常利用CuSO4转化为CuSO4*·*5H2O时固体由白色粉末变成蓝色晶体检验少量水的存在。但不能用于作干燥剂来除去水。

(3)Cu和Cu2O均为红色物质,可各取一定量样品,分别加入稀硫酸,若溶液由无色变为蓝色,则该红色物质为Cu2O,否则为Cu。

考点四　金属矿物的开发和利用　合金

知识梳理

1.金属的开发与金属活动性的关系(a)

(1)常见金属大规模开发、利用的大致年限:



(2)金属利用时间与金属活动性的关系:

金属活动性　　　　,人类开发、利用该金属的时间就越晚;金属活动性　　　　,人类开发、利用该金属的时间就越早。

(3)金属冶炼的原理和实质

①金属冶炼的原理:

利用　　　　　　　　反应的原理,在一定条件下,用　　　　　　或者加热、电解方法把金属　　　　还原为金属　　　　。

②金属冶炼的实质:

金属离子金属单质,即M*n*++*n*e-M。

③金属冶炼的方法:　　　　　　　　、　　　　　　　、　　　　等。



2.合金(a)

(1)概念:

合金是指两种或两种以上的金属(或金属与非金属)熔合而成的具有　　　　　　的物质。

(2)性能:

①多数合金的熔点比它的各成分金属的熔点　　　　。

②合金的硬度一般比它的各成分金属的硬度　　　　。

题组训练

题组　金属材料的开发和利用

1.下列说法正确的是 (　　)

A.工业上电解氯化镁溶液可以制备金属镁

B.生物炼铜就是利用植物对铜离子的吸收达到富集铜的目的

C.工业上用廉价的焦炭还原铁矿石得到铁

D.工业上利用氢气在氯气中燃烧生成氯化氢,再将氯化氢溶于水制得盐酸

2.工业上利用无机矿物资源生产部分材料的流程示意图如下。下列说法正确的是 (　　)



图13-5

(注:铝土矿中含有Al2O3、SiO2、Fe2O3)

A.在铝土矿制备较高纯度Al的过程中只用到NaOH溶液、CO2气体

B.石灰石、纯碱、石英、玻璃都属于盐,都能与盐酸反应

C.在制粗硅时,氧化剂与还原剂的物质的量之比为1∶2

D.黄铜矿(CuFeS2)与O2反应产生的Cu2S、SO2均只是还原产物



1.[2020·浙江1月选考] 下列说法不正确的是 (　　)

A.[Cu(NH3)4]SO4可通过CuSO4溶液与过量氨水作用得到

B.铁锈的主要成分可表示为Fe2O3·*n*H2O

C.钙单质可以从TiCl4中置换出Ti

D.可用H2还原MgO制备单质Mg

2.能检验某溶液中有Fe2+无Fe3+的实验事实是 (　　)

A.向溶液中加入2滴KSCN溶液立即变红

B.向溶液中加入少许氯水后再加2滴KSCN溶液立即变红

C.向溶液中加入2滴KSCN溶液无明显变化,再加入少许氯水立即变红

D.向溶液中加入少许NaOH溶液立即产生红褐色沉淀

3.用废铁屑制备磁性胶体粒子,制取过程如下:

废铁屑溶液AFe3O4(胶体粒子)

下列说法不正确的是 (　　)

A.用Na2CO3溶液浸泡是为了除去废铁屑表面的油污

B.通入N2是防止空气中的O2氧化二价铁元素

C.加适量的H2O2是为了将部分Fe2+氧化为Fe3+,涉及反应:H2O2+2Fe2++2H+2Fe3++2H2O

D.溶液A中Fe2+和Fe3+的浓度比为2∶1

4.[2019·浙江4月选考] 某同学设计如图装置(气密性已检查)制备Fe(OH)2白色沉淀。



图13-6

请回答:

(1)仪器1的名称　　　　。装置5的作用　　　　　　　　　　。

(2)实验开始时,关闭K2,打开K1,反应一段时间后,再打开K2,关闭K1,发现3中溶液不能进入4中。请为装置作一处改进,使溶液能进入4中　。

(3) 装置改进后,将3中反应后溶液压入4中,在4中析出了灰绿色沉淀。从实验操作过程分析没有产生白色沉淀的原因　　　　　　　　　　。

5.为探究某固体化合物X(仅含四种元素)的组成和性质,设计并完成如下实验。请回答:



图13-7

(1)蓝色溶液中的金属阳离子是　　　　　　　。

(2)黑色化合物→砖红色化合物的化学方程式是　　　　　　　　　　　　。

(3)X的化学式是　　　　　　　　　　　　　　　。