重难题一　综合题

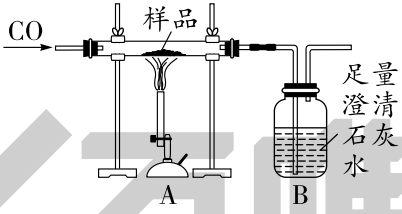
1. 铁是重要的金属材料,在生产生活中发挥着重要的作用。

Ⅰ. 铁的存在形式

(1)人类每年都会从金属矿物中提取数以亿吨计的金属,提取量最大的是铁,铁在自然界中以_____(填“单质”或“化合物”)的形式存在。

Ⅱ. 铁的冶炼

(2)用如图装置模拟赤铁矿炼铁,样品的主要成分为 Fe_2O_3,杂质不参与反应。



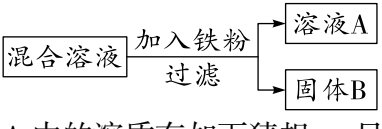
①加热前,先通一段时间 CO 的目的是_____。

②写出硬质玻璃管中反应的化学方程式_____。

③该装置的设计有不合理之处,请简述不足并提出改进方法_____。

Ⅲ. 铁的化学性质

(3)现用一定量的硝酸铜和硝酸银的混合溶液,进行如图所示实验。



某同学对溶液 A 中的溶质有如下猜想:a. 只有 $Fe(NO_3)_2$;b. 有 $Fe(NO_3)_2$、$AgNO_3$;

c. 有 $Fe(NO_3)_2$、$Cu(NO_3)_2$;d. 有 $Fe(NO_3)_2$、$Cu(NO_3)_2$、$AgNO_3$

①其中不合理的猜想是_____(填序号)。

②若取少量固体 B 于试管中,滴加稀盐酸,观察到有气泡产生,请写出固体 B 的成分_____。

(4)《梦溪笔谈》中记载“熬胆矾铁釜,久之亦化为铜”,胆矾为 $CuSO_4$ 晶体。某同学模拟上述反应原理进行实验:向一定量铁中加入 16 g 质量分数为 20%的硫酸铜溶液熬制,恰好完全反应后过滤,所得铜的质量_____。

2. 氯化钠的用途广泛。

(1)作调味品。

①氯化钠是食盐的主要成分,其由_____(填“分子”“原子”或“离子”)构成。

②早在北宋年间,百姓们就利用“卓筒井”凿井技术获取食盐,其工艺流程包括:钻井⟶汲卤⟶晒卤⟶滤卤⟶煎盐五个步骤,其中“煎盐”是获得食盐晶体的步骤,与实验室中_____操作原理类似。

(2)配制生理盐水。如图是某氯化钠注射液标签的部分内容:

①该注射液中的溶剂是_____。

②试判断常温下一瓶合格的氯化钠注射液密封放置一段时间后是否会出现浑浊,并说明理由_____。

氯化钠注射液
【成分】氯化钠　水
【规格】100 mL　0.9 g
【注意】使用前发现溶液中出现浑浊、瓶身细微破裂均不可使用。
【贮藏】密封保存。
……

(3)农业选种。已知氯化钠在不同温度时的溶解度(g)

如下表所示：

温度(℃)	0	20	40	60
溶解度(g)	35.7	36.0	36.6	37.3

农业上常用室温(20 ℃)下质量分数为16%的氯化钠溶液来选种，若要配制50 g该氯化钠溶液，需要称取氯化钠的质量为_____，试判断该氯化钠溶液为_____(填“饱和”或“不饱和”)溶液。

(4)制备氢氧化钠。工业上常利用电解饱和氯化钠溶液制备氢氧化钠，该反应的原理是 $2NaCl+2X \xlongequal{通电} 2NaOH+H_2\uparrow+Cl_2\uparrow$，则X的化学式为_____。

重难题二　实验探究题

1. 氢氧化钠在工业生产中用途广泛。生产氢氧化钠的方法有天然碱苛化法，兴趣小组同学对该方法产生了浓厚的兴趣，在老师的指导下对获得氢氧化钠的原理、原料的获取、制备与提纯、反应产物的成分进行了项目性的探究。

任务一：原理确定

【信息检索】某地区碱湖所产的天然碱，过去是北方主要的生活用碱，该碱湖水中富含丰富的氯化钠和碳酸钠。

(1)该碱湖水中一定含的离子有_____(填符号)。

(2)将石灰石高温煅烧后，溶于水制得的碱液与纯碱反应，可得到烧碱，写出用纯碱制烧碱的化学方程式_____。

任务二：产品提纯

取湖水，经过一系列实验操作，得到晶体，将其溶于水，再向其中加入氢氧化钙溶液。经_____(填实验操作名称)获得含NaOH的溶液，对该溶液进行提纯，就可

得到氢氧化钠溶液。

任务三:成分分析

小组同学对含有 NaOH 的溶液的成分感到好奇,进行了如下实验:

【进行猜想】猜想一:NaOH、$Ca(OH)_2$、NaCl

猜想二:NaOH、Na_2CO_3、NaCl

猜想三:NaOH、NaCl

实验方案	实验现象	实验结论
方案一:取少量样品于试管中,通入适量二氧化碳	————	溶液中含有氢氧化钙
方案二:取少量样品于试管中,滴加少量_____	无气泡产生	溶液中不含碳酸钠

【实验小结】猜想一正确。

【反思评价】老师对上述实验方案和提纯样品溶液做出了总体评价。

(1)老师认为,从物质的除杂角度分析方案一不合理,其原因是_____。

(2)老师认为方案二不能证明反应后的溶液中不含碳酸钠,其原因是_____。

2. 中国在联合国大会上承诺,要努力争取 2060 年前实现碳中和,因此二氧化碳的捕捉(吸收)成为一项重要课题。某小组同学以“二氧化碳的捕捉”为主题开展下列探究。

【实验一】初步认识二氧化碳的捕捉

(1)化石燃料的大量使用使大气中二氧化碳的含量不断上升,其中天然气的主要成分完全燃烧的化学方程式为_____。二氧化碳含量过高会导致温室效应增强,因此研究二氧化碳的捕捉意义

重大。

(2)小组同学设计如图 1 所示的实验,在阳光下模拟自然界中植物进行“碳捕捉”的过程。该过程利用了植物的_____作用,当试管内液面如图 1 所示时,试管内的气体压强_____(填“大于”“等于”或“小于”)外界大气压强。

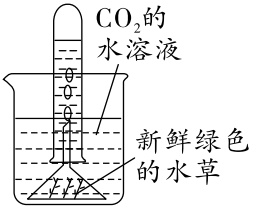


图 1

【实验二】实验室模拟二氧化碳的捕捉

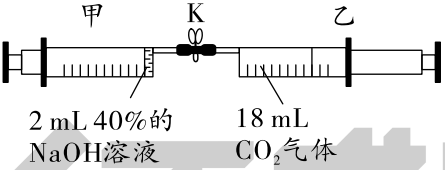


图 2

(3)同学们用图 2 所示装置模拟氢氧化钠溶液捕捉二氧化碳的过程(在实验条件下,1 体积水中可溶解 1 体积的二氧化碳)。

实验步骤:打开止水夹 K,将注射器乙中气体全部注入注射器甲中,关闭止水夹 K,充分振荡。

实验现象:观察到注射器甲的活塞先向左、后向右移动,最后示数仍为 2 mL。

①该实验能否证明过程中 NaOH 捕捉了二氧化碳,理由是_____。

②分析注射器甲的活塞先向左、后向右移动的原因_____。

【实验三】用数字化仪器探究氢氧化钠溶液捕捉二氧化碳的过程

查阅资料:将二氧化碳持续通入一定量的氢氧化钠溶液中会先后发生两个反应:a. $2NaOH+CO_2 = Na_2CO_3+$

H_2O；b. $Na_2CO_3+CO_2+H_2O=\!=\!=2NaHCO_3$。本实验条件下，$Na_2CO_3$ 溶液和 $NaHCO_3$ 溶液的 pH 分别约为 11.0 和 8.5。

(4)同学们在老师的指导下组装如图 3 装置，向 100 g 质量分数为 w 的氢氧化钠溶液中匀速通入二氧化碳气体，同时用 pH 传感器、离子浓度传感器测得溶液的 pH、离子浓度变化如图 4、图 5 所示。

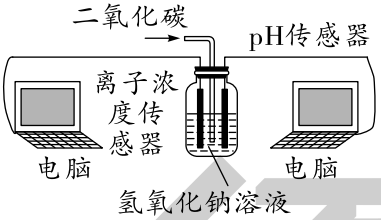


图 3

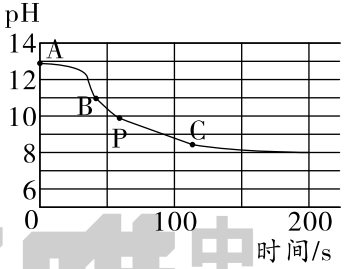


图 4

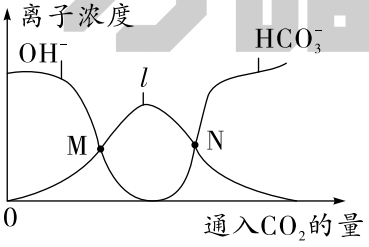


图 5

①AB 段 pH 变化的原因是_____，计算 B 点时通入 CO_2 的质量_____。

②图 5 中，l 曲线代表的离子是_____，M、N 点溶液中共同含有的溶质是_____(填化学式)。

答案及解析

重难题一　综合题

1. (1)化合物

(2)①排尽装置内的空气,防止加热时发生爆炸

②$Fe_2O_3+3CO \xlongequal{高温} 2Fe+3CO_2$

③缺少尾气处理装置,可以在装置右侧增加一个气球将尾气收集(合理即可)。

(3)①b

②Fe、Cu、Ag(或铁、铜、银)

(4)1.28 g

【解析】(2)①在模拟炼铁的实验中,加热前需先通一段时间的 CO,其目的是排尽装置内的空气,防止通入的 CO 和装置内空气形成的混合气体在加热时发生爆炸。②硬质玻璃管中氧化铁和 CO 在高温条件下发生反应,生成铁和二氧化碳,反应的化学方程式为 $Fe_2O_3+3CO \xlongequal{高温} 2Fe+3CO_2$。③由于 CO 有毒,直接排放到空气中会造成污染,因此该装置的不合理之处是缺少尾气处理装置,可以在装置右侧末端增加气球将尾气收集等。(3)①题中涉及的三种金属的金属活动性由强到弱的顺序为铁>铜>银,因此在硝酸银和硝酸铜的混合溶液中加入铁粉时,铁粉优先置换硝酸银中的银并生成硝酸亚铁;当硝酸银完全反应后铁才与硝酸铜发生反应生成铜和硝酸亚铁。根据所加铁粉量的不同,完全反应后所得滤液 A 的成分有下列几种情况:ⅰ.当加入的铁粉过量时,硝酸银、硝酸铜完全反应,最终所得溶液 A 中只含 $Fe(NO_3)_2$,a 正确;ⅱ.当加入的铁粉不足量,硝酸铜未反应或未反应完时,则最终所得溶液 A 中含 $Fe(NO_3)_2$

和未参加反应的 $Cu(NO_3)_2$，c 正确；ⅲ. 若加入的铁粉量很少，只能与部分硝酸银反应时，则最终所得溶液 A 中含 $Fe(NO_3)_2$ 和未参加反应的 $Cu(NO_3)_2$ 及未完全反应的 $AgNO_3$，d 正确。猜想 b 不正确的原因是混合溶液中加入的铁粉优先与硝酸银发生反应，在硝酸银未完全反应的情况下，不会与硝酸铜发生反应，即溶液中存在硝酸银时，一定同时存在硝酸铜。②由于铜、银均不能与稀盐酸发生反应，因此在固体 B 中滴加稀盐酸时有气泡产生，说明铁粉过量，此时固体 B 中一定含银、铜、铁三种金属。

(4)**解**：设所得铜的质量为 x

$CuSO_4+Fe = FeSO_4+Cu$

160　　64

16 g×20%　　x

$$\frac{64}{160}=\frac{x}{16\ g\times20\%}$$

$x=1.28$ g

答：所得铜的质量为 1.28 g。

2. (1)①离子　②蒸发(或蒸发结晶)

(2)①水　②否，溶液具有均一性和稳定性　(3)8 g　不饱和

(4)H_2O

【解析】(3)若要配制 50 g 质量分数为 16%的氯化钠溶液，则需称取氯化钠的质量为 50 g×16%=8 g；由 20 ℃时氯化钠的溶解度为 36.0 g 可知，该温度下氯化钠饱和溶液的溶质质量分数为 $\frac{36.0\ g}{36.0\ g+100\ g}\times100\%\approx26.5\%>16\%$，因此该氯化钠溶液属于不饱和溶液。(4)根据化

学反应前后原子的种类和数目不变,则有:

原子种类	Na	Cl	O	H
已知反应物中原子数目	2	2	0	0
生成物中原子数目	2	2	2	4
差值(2X)	0	0	2	4
X 的化学式	H_2O			

重难题二　实验探究题

1. 任务一:(1)Na^+、CO_3^{2-}、Cl^-　(2)$Na_2CO_3+Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow+2NaOH$　任务二:过滤

任务三:方案一:有白色沉淀产生　方案二:稀盐酸(合理即可)　【反思评价】(1)二氧化碳和氢氧化钠溶液也能发生反应,虽除去了氢氧化钙但也除去了溶液中的氢氧化钠　(2)加入的稀盐酸是少量的,稀盐酸会先与氢氧化钠反应,即使溶液中有碳酸钠也没有气泡产生(与方案二加入的试剂对应)

【解析】任务一:(1)由于该碱湖水中富含氯化钠和碳酸钠,因此含有的离子有 Na^+、CO_3^{2-}、Cl^-。(2)石灰石高温煅烧后得到氧化钙,氧化钙与水反应生成氧氢化钙,碳酸钠与氢氧化钙发生反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠,据此写出反应的化学方程式。任务二:晶体中含有碳酸钠,溶于水形成溶液,向其中加入氢氧化钙溶液时,二者发生反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠,因此需将反应后的固、液混合物过滤除去固体,所得溶液即为含氢氧化钠的溶液。任务三:根据方案一中的实验结论可知溶液中含有氢氧化钙,氢氧化钙与二氧化碳反应生成碳酸钙白色沉淀,观察到的现象是有白色沉淀产生;当向反应后的溶液中滴加足量稀盐酸或稀硫酸时,若有碳酸钠存

在,则会产生气泡;若无气泡产生,则无碳酸钠。【反思评价】(1)二氧化碳和氢氧化钠溶液也能发生反应,虽除去了氢氧化钙但也除去了溶液中的氢氧化钠。(2)方案二不能证明反应后的溶液中是否含有碳酸钠,原因是加入的稀盐酸或稀硫酸是少量的,稀盐酸或稀硫酸会先与氢氧化钠反应,即使溶液中有碳酸钠也没有气泡产生;需加入足量或过量稀盐酸或稀硫酸才能证明溶液中不含碳酸钠。

2. (1)$CH_4+2O_2\xlongequal{点燃}CO_2+2H_2O$　(2)光合　小于

(3)①能,实验条件下,1 体积水只能吸收 1 体积 CO_2,而 2 mL NaOH 溶液吸收了 18 mL 的 CO_2　②将注射器乙中气体注入注射器甲中,导致注射器甲内气压增大,活塞先向左移动;此后二氧化碳与氢氧化钠溶液反应导致注射器甲内气压减小,活塞再向右移动　(4)①二氧化碳与氢氧化钠反应生成碳酸钠和水　$55w$ g　②CO_3^{2-}　Na_2CO_3

【解析】(1)天然气的主要成分是甲烷,甲烷完全燃烧生成二氧化碳和水,反应的化学方程式为 $CH_4+2O_2\xlongequal{点燃}CO_2+2H_2O$。(2)图 1 实验“碳捕捉”的过程中利用了植物的光合作用。以烧杯内水面为基准,大气压强等于试管内气体压强和试管内高于烧杯内液面的液体的水压之和,所以试管内气压小于大气压强。(3)①由于在实验条件下,1 体积水只能吸收 1 体积 CO_2,而该实验过程中 2 mL NaOH 溶液吸收了 18 mL 的 CO_2,因此通过实验数据分析能证明 CO_2 与 NaOH 溶液发生了反应,故该过程中氢氧化钠捕捉了二氧化碳。②将注射器乙中气体注入甲中,导致注射器甲内气压增大,活塞向左移动;此后二氧化碳与氢氧化钠溶液反应生成碳酸钠和水,导致注射器甲内气压减小,活塞再向右移动。(4)①根据题干

信息,碳酸钠溶液的 pH 约为 11.0,据此分析图像信息,AB 段溶液 pH 逐渐下降至 11.0,说明 AB 段 pH 变化的原因是二氧化碳与氢氧化钠反应生成碳酸钠和水。B 点时,二氧化碳与氢氧化钠恰好完全反应。反应中二氧化碳、氢氧化钠的质量比为 44∶80,根据题干信息,参加反应的氢氧化钠的质量为 100 g×w = 100w g,据此计算出参加反应的二氧化碳的质量为 55w g。②分析图 5,l 曲线代表的离子浓度先增大后减小,对比所发生的两个反应分析,可知 l 曲线代表的离子是碳酸根离子。M 点时溶液中含有氢氧根离子,M 点后氢氧根离子继续减少,说明 M 点时氢氧化钠存在、碳酸钠持续生成,溶液中含有的溶质为氢氧化钠、碳酸钠,N 点时溶液中含有碳酸氢根离子,N 点后碳酸氢根离子继续增加,说明 N 点时碳酸钠存在、碳酸氢钠持续生成,溶液中含有的溶质为碳酸钠、碳酸氢钠。综合分析以上内容,可知 M 点、N 点溶液中共同含有的溶质是碳酸钠。