2020 年高考全国丙卷化学逐题解析

一、选择题（共 5 小题,每小题 6 分,共 30 分,在每小题列出的四个选项中,选出符合题目要求的一项）

7.宋代《千里江山图》描绘了山清水秀的美图景色，历经千年色彩依然，其中绿色来自孔雀石颜料（主要成分为 $Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$），青色来自蓝铜矿颜料（主要成分为 $Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$）。下列说法错误的是（　　）

A.保存《千里江山图》需控制温度和湿度

B.孔雀石、蓝铜矿颜料不易被空气氧化

C.孔雀石、蓝铜矿颜料耐酸耐碱

D. $Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$ 中铜的质量分数高于 $Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$

【答案】 C

【解析】

A. $Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$和$Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$与水混合后，会发生剧烈的水解反应，生成蓝色絮状沉淀$Cu(OH)_2$并释放出CO_2，所以要控制湿度保存；同时$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$和$Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$受热会分解为CuO，CO_2，和H_2O，所以要控制温度保存，正确。

B. $Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$和$Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$是Cu被氧化后的产物，且都是最高价态，所以不易被空气氧化，正确

C. 孔雀石颜料主要成分为$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$；蓝铜矿颜料主要成分为$Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$，其中$Cu(OH)_2$和$CuCO_3$均可以与酸发生反应，所以不耐酸，错误

D. $Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$中Cu的质量分数为 $\frac{64\times2}{64\times2+16\times5+12\times1+1\times2}\times100\%\approx57.7\%$，$Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$中Cu的质量分数为$\frac{64\times2}{64\times2+16\times8+12\times2+1\times2}\times100\%\approx55.5\%$，57.7%>55.5%，正确

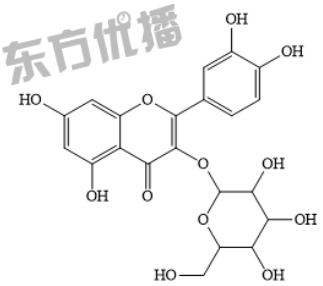
8.金丝桃苷是从中药材中提取的一种具有抗病毒作用的黄酮类化合物，结构式如下：下列关于金丝桃苷的叙述，错误的是（　　）

A.可与氢气发生加成反应

B.分子含 21 个碳原子

C.能与乙酸发生酯化反应

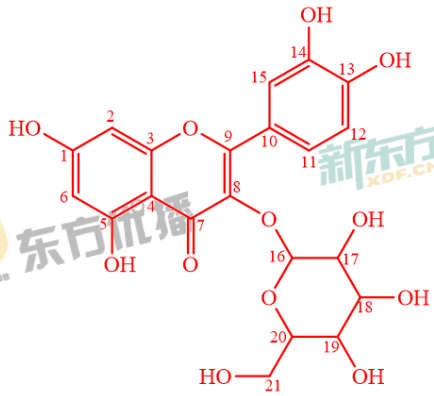
D.不能与金属钠反应



【答案】D

【解析】

A．金丝桃苷中含有苯环和双键，所以可以与氢气发生加成反应，A 选项正确；



B．如图含有 21 个碳原子，B 选项正确；

C．金丝桃苷含有羟基，故可以与乙酸发生酯化反应，C 选项正确；

D．酚羟基和醇羟基都可以与钠发生反应，D 选项错误。

9. N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是（　　）

A.22.4L（标准状况）氮气中含有 $7N_A$ 个中子

B.1 mol 重水比 1 mol 水多 N_A 个质子

C.12g 石墨烯和 12g 金刚石均含有 N_A 个碳原子

D.1L 1 mol·L^{-1}NaCl 溶液含有 $28N_A$ 个电子

【答案】C

【解析】

A.标况下 22.4 L N_2 的物质的量为 1 mol，含 N 原子的物质的量为 2 mol，每个 N 原子有 7 个中子，则 22.4 L 标况下的 N_2 应含有 14 个中子，即 $14N_A$ 个中子，故 A 错误。

B.每个 D_2O 分子和 H_2O 分子均含 10 个质子，则 1 mol D_2O 分子和 1 mol H_2O 分子均含 10 mol 质子，即 $10N_A$ 个质子，故 B 错误。

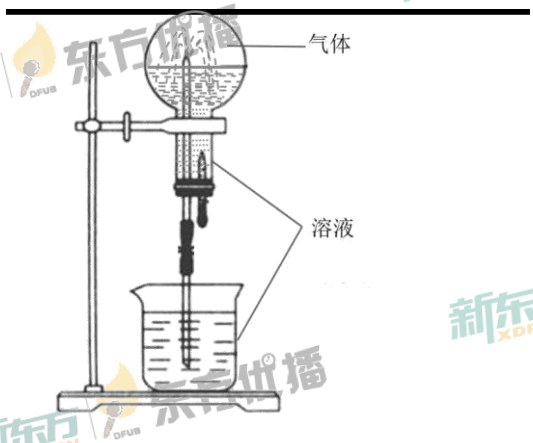
C.石墨烯和金刚石均为碳元素的单质，则 12 g 石墨烯和金刚石所含碳原子的物质的

量均为 1 mol，碳原子数均为 N_A，故 C 正确。

D.1 L 1mol·L^{-1} NaCl 溶液含 NaCl 物质的量为 1 mol，1 mol NaCl 含 28 mol 电子，即 $28N_A$ 个电子，但溶液中还包含溶剂水，则所含电子总数大于 $28N_A$ 个，故 D 错误。

10.喷泉实验装置如右图所示。应用下列各组气体——溶液，能出现喷泉现象的是（　　）

	气体	溶液
A	H_2S	稀盐酸
B	HCl	稀氨水
C	NO	稀 H_2SO_4
D	CO_2	饱和 $NaHCO_3$ 溶液



【答案】 B

【解析】

喷泉实验原理是气体在该液体中的溶解度很大，短时间内产生足够的压强差，活塞打开后，气压将烧杯内液体压入烧瓶中，在尖嘴导管处形成喷泉现象。

A.H_2S溶解度相对较小，且两者不发生反应，不能形成压强差，故不能发生，错误

B. HCl极易溶于水，且与稀氨水发生反应，形成较大压强差，可发生喷泉现象，正确

C. NO在水溶液中溶解度很小，不能发生喷泉现象，错误

D. CO_2在水溶液中溶解度较小，虽可以与该溶液发生反应，但不能形成足够的压强差，错误

11.对于下列实验，能正确描述其反应的离子方程式是（　　）

A.用 Na_2SO_3 溶液吸收少量 Cl_2：$3SO_3^{2-}+Cl_2+H_2O=\!=\!=2HSO_3^-+2Cl^-+SO_4^{2-}$

B.向 $CaCl_2$ 溶液中通入 CO_2：$Ca^{2+}+H_2O+CO_2=\!=\!=CaCO_3\downarrow+2H^+$

C.向 H_2O_2 溶液中滴加少量 $FeCl_3$：$2Fe^{3+}+H_2O_2=\!=\!=O_2\uparrow+2H^++2Fe^{2+}$

D.同浓度同体积 NH_4HSO_4 溶液与 NaOH 溶液混合：$NH_4^++OH^-=\!=\!=NH_3\cdot H_2O$

【答案】A

【解析】

A.氯气少量，反应生成硫酸和盐酸，氢离子和剩余的 SO_3^{2-}反应生成 HSO_3^-，正确

B.生成盐酸酸性比碳酸强，不符合强酸制弱酸，错误

C.H_2O_2 有强氧化性，可以将 Fe^{2+}氧化为 Fe^{3+}，错误

D.1:1 混合，氢离子先和氢氧根结合生成水，错误

12.一种高性能碱性硼化钒(VB_2)—空气电池如下图所示，其中VB_2电极发生反应:

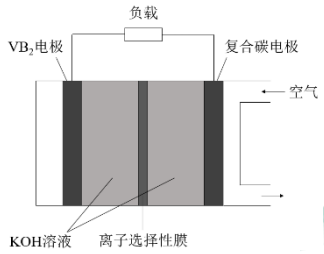
$VB_2+16OH^--11e^-=VO_4^{3-}+2B(OH)_4^-+4H_2O$ 该电池工作时，下列说法错误的是（　　）

A.负载通过 0.04mol 电子时，有 0.224L（标准状况）O_2 参与反应

B.正极区溶液的 pH 降低、负极区溶液的 pH 升高

C.电池总反应为 $4VB_2+11O_2+20OH^-+6H_2O=8B(OH)_4^-+4VO_4^{3-}$

D.电流由复合碳电极经负载、VB_2 电极、KOH 溶液回流到复合碳电极



【答案】B

【解析】

VB_2电极失电子，发生氧化反应，做负极；通入空气的一侧为正极，正极反应：$O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$

A.负载通过 0.04mol e^-，消耗 0.01mol O_2，标况下 $V=n\cdot V_m=0.01mol\times22.4L/mol=0.224L$，正确

B.正极区生成OH^-，pH 增大，负极区消耗OH^-，pH 降低，错误

C.得失电子守恒 $\begin{cases}负：4VB_2+64OH^--44e^-=4VO_4^{3-}+8B(OH)_4^-+16H_2O\\正：11O_2+44e^-+22H_2O=44OH^-\\总：4VB_2+11O_2+20OH^-+6H_2O=8B(OH)_4^-+4VO_4^{3-}\end{cases}$ 正确

D.电流从正极流向负极，正确

13. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素，四种元素的核外电子总数满足 X+Y=W+Z；化合物 XW_3 与 WZ 相遇会产生白烟，下列叙述正确的是（　　）

A.非金属性：W>X>Y>Z　　B.原子半径：Z>Y>X>W

C.元素 X 的含氧酸均为强酸　　D. Y 的氧化物水化物为强碱

【答案】D

【解析】

由题干 XW_3 与 WZ 反应现象可知，二者为 NH_3 和 HCl，相应的 X 为 N，W 为 H，Z 为 Cl，由核外电子总数 X+Y=W+Z 可知，Y 为 Na。

A.非金属性：Cl>N>H>Na，故 A 错。

B.原子半径：Na>Cl>N>H，故 B 错。

C.N 的含氧酸中 HNO_2 为弱酸，故 C 错。

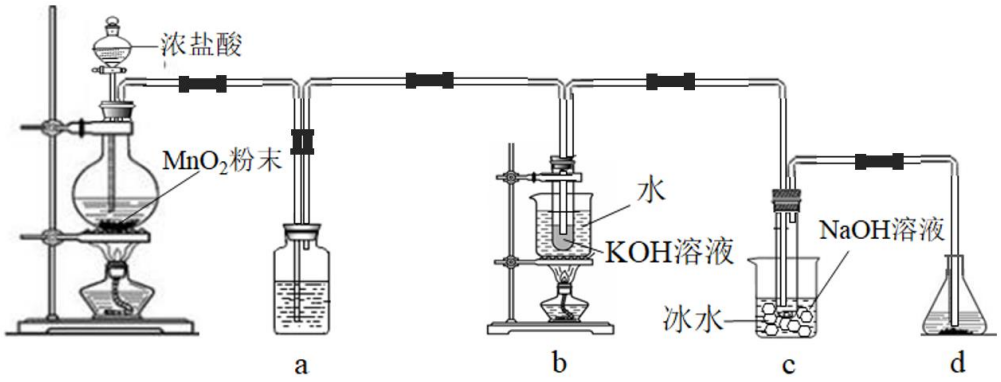
D.Na 的氧化物对应水化物为 NaOH 强碱，故 D 正确。

综上所述，本题正确答案为 D。

二、非选择题

26.（14 分）

氯可形成多种含氧酸盐，广泛应用于杀菌、消毒及化工领域。实验室中利用下图装置（部分装置忽略）制备 $KClO_3$ 和 NaClO，探究其氧化还原性质。



回答下类问题：

（1）盛放 MnO_2 粉末的仪器名称是____，a 中的试剂为_____

（2）b 中采用的加热方式是_____，C 中化学反应的离子方程式是_____，采用冰水浴冷却的目的是_____ ；

（3）d 的作用是_____，可选用试剂_____（填标号）

A. Na_2S　　B. NaCl

C. Ca（OH）$_2$　　D. H_2SO_4

（4）反应结束后，取出 b 中试管，经冷却结晶，_____，_____，干燥，得到 $KClO_3$ 晶体。

（5）取少量 $KClO_3$ 和 NaClO 溶液分贝置于 1 号和 2 号试管中，滴加中兴 KI 溶液。1 号试管溶液颜色不变，2 号试管溶液变为棕色，加入 CCl_4 振荡，静置后 CCl_4 层显___色。可知该条件下 $KClO_3$ 的氧化能力____NaClO（填“大于”或“小于”）。

【答案】

（1）圆底烧瓶；饱和食盐水

（2）水浴加热；$Cl_2+2OH^-=ClO^-+Cl^-+H_2O$

（3）吸收尾气（Cl_2）；A

（4）过滤；少量冷水洗涤

（5）紫；小于

【解析】

（1）除去生成的氯气及挥发的浓盐酸。

（2）温度影响生成物，温度较高生成氯酸钠，温度较低生成次氯酸钠，根据题意需要得到次氯酸钠，所以使用冰水。

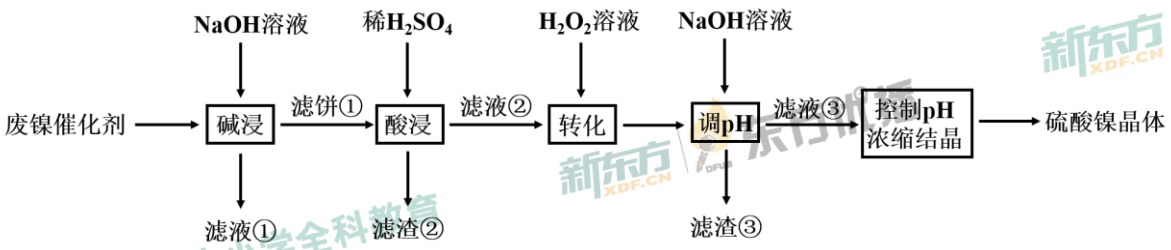
（3）硫化钠与氯气反应生成硫酸钠和盐酸，C 选修氢氧化钙为溶液，不可选择。

（4）利用氯酸钾温度越低溶解度越小的特点。

（5）生成碘单质溶于四氯化碳溶液；次氯酸可以把碘离子氧化为碘单质，氯酸不可以把碘离子氧化为碘单质，所以氯酸钾的氧化性小于次氯酸钠。

27.（15 分）

某油脂厂废弃的油脂加氢镍催化剂主要含金属 Ni、Al、 Fe 及其氧化物，还有少量其他不溶性物质。采用如下工艺流程回收其中的镍制备硫酸镍晶体（$NiSO_4 \cdot 7H_2O$）：



溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示：

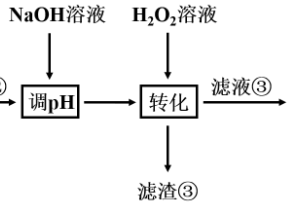
金属离子	Ni^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}
开始沉淀时（$c=0.01mol \cdot L^{-1}$）的 pH	7.2	3.7	2.2	7.5
沉淀完全时（$c=1.0\times10^{-5}mol \cdot L^{-1}$）的 pH	8.7	4.7	3.2	9.0

回答下列问题：

（1） “碱浸”中 NaOH 的两个作用分别是_____。为回收金属，用稀硫酸将“滤液①”调为中性，生成沉淀。写出该反应的离子方程式_____。

（2） “滤液②”中含有的金属离子是_____。

（3）“转化”中可替代 H_2O_2 的物质是_____。若工艺流程改为先“调 pH”后“转化”，即



，“滤液③”中可能含有的杂质离子为_____。

（4）利用上述表格数据，计算 $Ni(OH)_2$ 的 K_{sp}=_____（列出计算式）。如果“转化”后的溶液中 Ni^{2+}浓度为 1.0 mol ·L^{-1}，则“调 pH”应控制的 pH 范围是_____。

（5）硫酸镍在强碱溶液中用 NaClO 氧化，可沉淀出能用作镍镉电池正极材料的 NiOOH。写出该反应的离子方程式_____。

（6）将分离出硫酸镍晶体后的母液收集、循环使用，其意义是_____。

【答案】

（1）除去油脂，溶解铝及其氧化物；

$Al(OH)_4^- + H^+ = Al(OH)_3\downarrow + H_2O$ 或 $AlO_2^- + H^+ + H_2O = Al(OH)_3\downarrow$

（2）Ni^{2+}、Fe^{2+}、Fe^{3+}

（3）O_2 或空气；Fe^{3+}

（4）$0.01\times(10^{7.2-14})^2$ 或 $10^{-5}\times(10^{8.7-14})^2$；3.2-6.2

（5）$2\ Ni^{2+} + ClO^- + 4OH^- = 2\ NiOOH\downarrow + Cl^- + H_2O$

（6）提高镍回收率

【解析】

（1）油脂可在碱性溶液中水解而除去，铝及其氧化物可与氢氧化钠溶液反应而溶解；$Al(OH)_4^-$（或 AlO_2^-）在酸性条件下生成 $Al(OH)_3$ 沉淀；

（2）Ni、Fe 及其氧化物溶于稀硫酸生成 Ni^{2+}、Fe^{2+}、Fe^{3+}；

（3）过氧化氢的作用是氧化 Fe^{2+}，所以选 O_2 或空气代替，廉价易得且不引入杂质；若先调节 pH，调节至 3.2-7.2，所以只能将 Fe^{3+}除去，滤液中的 Fe^{2+}再经过氧化氢氧化转化为 Fe^{3+}，留在滤液③中；

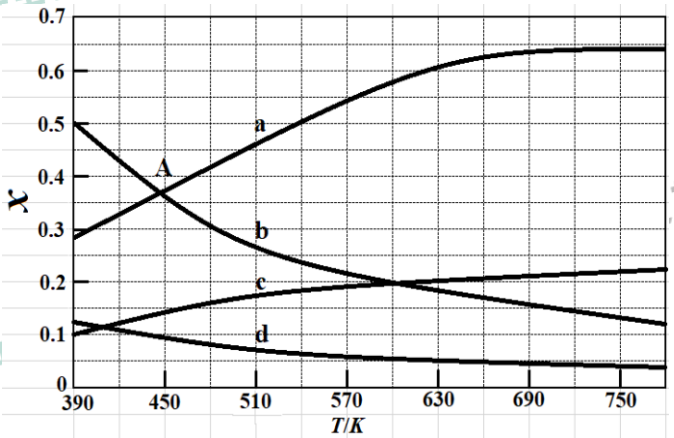
（4）$K_{sp}=c(Ni^{2+})\times c^2(OH^-)$，开始沉淀时溶液恰好饱和，所以 $K_{sp}=0.01\times(10^{7.2-14})^2$；沉淀完全时，滤液也为饱和溶液，所以 $K_{sp}=10^{-5}\times(10^{8.7-14})^2$；

（5）ClO^-做氧化剂，还原产物为 Cl^-，Ni^{2+}被氧化为 NiOOH，配平注意碱性环境；

（6） 提高镍回收率。

28.（14 分）

二氧化碳催化加氢合成乙烯是综合利用 CO_2 的热点研究领域，回答下列问题：



（1）CO_2 催化加氢生成乙烯和水的反应中，产物的物质的量之比 $n(C_2H_4)$：$n(H_2O)$=_____。当反应达到平衡时，若增大压强，则 $n(C_2H_4)$_____（填“变大”“变小”或“不变”）。

（2）理论计算表明，原料初始组成 $n(CO_2)$：$n(H_2)$ =1：3，在体系压强为 0.1MPa，反应达到平衡时，四种组分的物质的量分数 x 随温度 T 的变化如图所示。

图中，表示 C_2H_4、CO_2 变化的曲线分别是_____、_____。CO_2 催化加氢合成 C_2H_4 反应的△H_____0（填“小于”或“大于”）。

（3）根据图中点 A(440K,0.39)，计算该温度时反应的平衡常数 K_p=_____$(MPa)^{-3}$（列出计算式。以分压表示，分压=总压×物质的量分数）。

（4）二氧化碳催化加成合成乙烯反应往往伴随副反应，生成 C_3H_6、C_3H_8、C_4H_8 等低碳烃。一定温度和压强条件下，为了提高反应速率和乙烯选择性，应当_____。

【答案】

（1）1:4　变大

（2）d , c　小于

（3）$K_p = \frac{0.39^4 \times \frac{0.39}{4}}{0.39^6 \times \left(\frac{0.39}{3}\right)^2} \times \frac{1}{0.1^3}$ 或 $K_p = \frac{9}{4} \times \frac{1}{0.039^3}$

（4）选择合适的催化剂

【解析】

（1）$2CO_2+6H_2==C_2H_4+4H_2O$,所以 $n(C_2H_4):n(H_2O)=1:4$

该反应正反应方向是体积缩小的反应，所以增大压强，平衡正向移动，$n(C_2H_4)$增大

（2）因初始原料组成 $n(CO_2)$：$n(H_2)$ =1:3，所以无论温度如何变化，反应中 $x(CO_2)$：$x(H_2)$ =1:3；所以曲线 a 为 H_2，c 为 CO_2，又因 C_2H_4 和 H_2O 是 1:4 生成的，所以反应中 $x(C_2H_4)$：$x(H_2O)$ =1:4；所以曲线 b 为 H_2O，d 为 C_2H_4；

因温度升高，$x(C_2H_4)$和 $x(H_2O)$都减小，平衡逆向移动，所以△H<0

（3）从图中可以看出，在 440K 时，曲线 a 和曲线 b 相交于 A 点，可得出 $X(H_2)=x(H_2O)=0.39$

因 CO_2 和 H_2 为 1：3 投料，所以 $x(CO_2)=0.39/3=0.13$；又因 C_2H_4 和 H_2O 是 1：4 生成，所以 $x(C_2H_4)=0.39/4$,将以上数值代入 K_p 公式,$K_p=\frac{[x(H_2O)]^4\left[x(C_2H_4)P_{总}\right]}{[x(CO_2)]^2\left[x(H_2)P_{总}\right]^6}=\frac{[0.39\times0.1]^4\left[\frac{0.39}{4}\times0.1\right]}{\left[\frac{0.39}{3}\times0.1\right]^2[0.39\times0.1]^6}$

$$=\frac{0.39^4\times\frac{0.39}{4}}{\left(\frac{0.9}{3}\right)^2\times0.39^6}\times\frac{1}{0.1^3}=\frac{9}{4}\times\frac{1}{0.039^3}$$

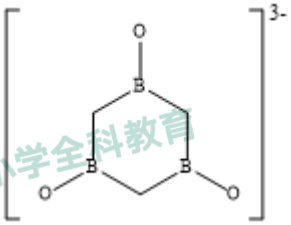
（4）因为温度和压强已经确定，选择合适的催化剂可以提高反应速率且同时可提高乙烯的选择性。

35.[化学——选修 3：物质结构]（15 分）

氨硼烷（NH_3BH_3）含氢量高，热稳定性好，是一种具有潜力的固体储氢材料。回答下列问题：

（1）H、B、N 中，原子半径最大的是____。根据对角线规则，B 的一些化学性质与元素____的相似。

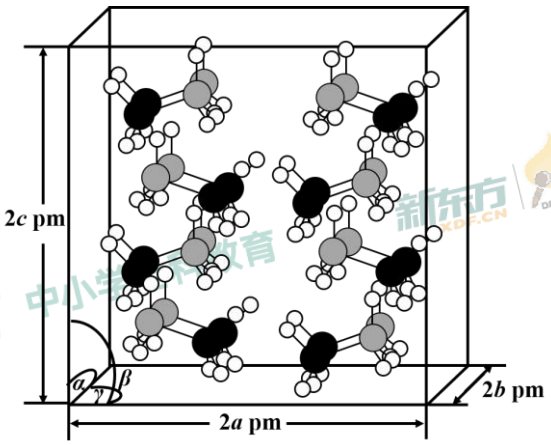
（2）NH_3BH_3 分子中，N—B 化学键称为____键，其电子对由____提供。氨硼烷在催化剂作用下水解释放氢气:$3NH_3BH_3+6H_2O=3NH_4^++B_3O_6^{3-}+9H_2$

$B_3O_6^{3-}$的结构为  。在该反应中，B 原子的杂化轨道类型由_____变为_____。

（3）NH_3BH_3 分子中，与 N 原子相连的 H 呈正电性（$H^{\delta+}$），与 B 原子相连的 H 呈负电性（$H^{\delta-}$），电负性大小顺序是____。与 NH_3BH_3 原子总数相等的等电子体是____(写分子式)，其熔点比 NH_3BH_3____（填“高”或“低”），原因是在 NH_3BH_3 分子之间，存在____，也称“双氢键”。

（4）研究发现，氨硼烷在低温高压条件下为正交晶系结构，晶胞参数分别为 a pm 、b pm、c pm，α=β=γ=90°。氨硼烷的 2*2*2 超晶胞结构如图所示。

氨硼烷晶体的密度 ρ=_____$g\cdot cm^{-3}$（列出计算式，设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值）



【答案】

（1）B；Si

（2）配位键；N；SP^3；SP^2

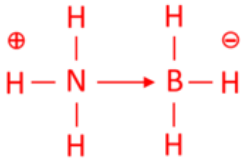
（3）N>H>B；C_2H_6；低；$H^{\delta+}$与 $H^{\delta-}$之间存在静电引力

电负性大小为 N>H>B ，保证原子数目相同，价电子数相同即可

（4）$\rho=\dfrac{62}{N_A abc10^{30}}\ g/cm^{-3}$

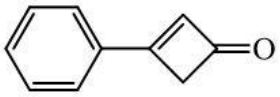
【解析】

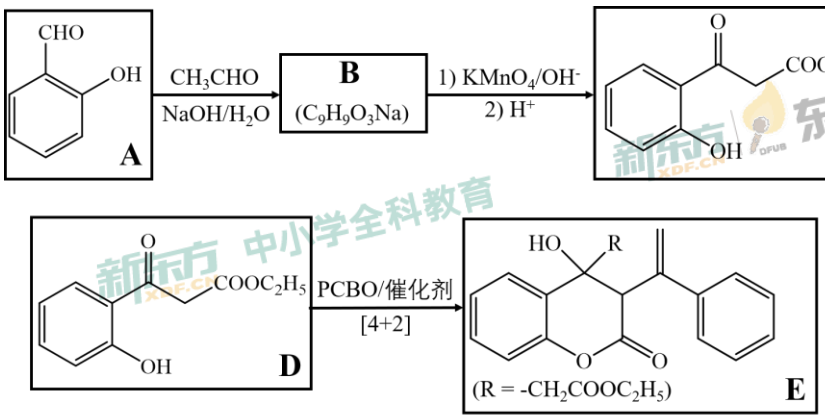
（1）能层越多，原子半径增大；能层数相同，核电荷数大，半径减小，根据元素周期表即可。

（2）  ； $B_3O_6^{2-}$

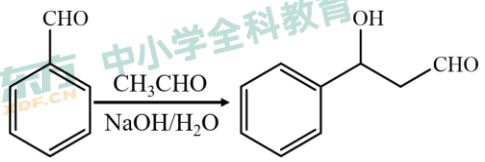
（3）电负性大小为 N>H>B ，保证原子数目相同，价电子数相同即可

36.[化学——选修 5：有机化学基础]（15 分）

苯基环丁烯酮（  PCBO）是一种十分活泼的反应物，可利用它的开环反应合成一系列多官能团化合物。近期我国科学家报到用 PCBO 与醛或酮发生[4+2]环加成反应，合成了具有生物活性的多官能团化合物（E）,部分合成路线如下：



已知信息如下：



回答下列问题：

（1）A 的化学名称是_____。

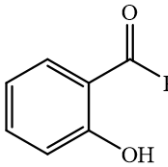
（2）B 的结构式为_____。

（3）由 C 生成 D 所需的试剂和反应条件为_____；该步反应中，若

反应温度过高，C 易发生脱羧反应，生成分子式为 $C_8H_8O_2$ 的副产物，该副产物的结构简式为_____。

（4）写出化合物 E 中含氧官能团的名称_____；E 中手性碳（连有四个不同的原子或基团的碳）的个数为_____。

（5）M 为 C 的一种同分异构体。已知，1 mol M 与饱和碳酸氢钠溶液充分反应能放出 2 mol 二氧化碳；M 与酸性高锰酸钾反应生成对苯二甲酸，M 的结构简式为_____。

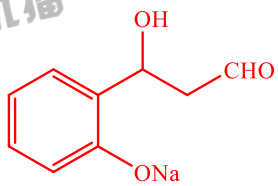
（6）对于  ，选用不同的取代基 R'，在催化剂作用下与 PCBO 发生的[4+2]反应进行深入研究，R'对产率的影响见下表：

R'	$-CH_3$	$-C_2H_5$	$-CH_2CH_2C_6H_5$
产率/%	91	80	63

请找出规律，并解释原因_____。

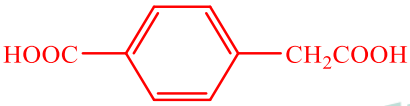
【答案】

（1）2-羟基苯甲醛（或水杨酸）

（2） 

（3）乙醇，浓硫酸/加热；

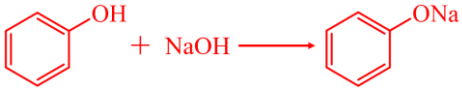
（4）羟基，酯基；2

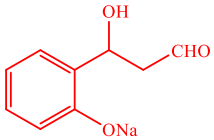
（5） 

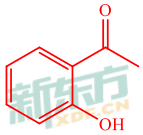
（6）随着 R'体积增大，产率降低；原因是 R'体积增大，位阻增大。

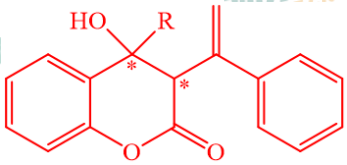
【解析】

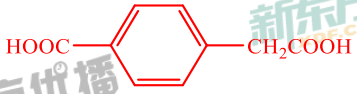
（1）由 A 结构简式可命名：2-羟基苯甲醛（俗名为水杨酸）

（2）根据基础性质， 

，结合已知信息及 B 分子式，可推出 B： 

（3）C→D 为酯化反应，逆推，可知条件为 C_2H_5OH、浓 H_2SO_4，加热；由题信息温度高为脱羧反应，结合产物分子式 $C_8H_8O_2$，恰好将-H 取代-COOH，则副产物为 

（4）由 E 结构简式可知，含氧官能团名称为羟基、酯基。根据手性碳定义，可找到共 2 个手性碳，如图中“*”所示， 

（5）C 的分子式 $C_9H_8O_4$，不饱和度为 6。根据“1mol M 与饱和碳酸氢钠溶液充分反应放出 2mol CO_2”可知 1 分子 M 中含两个-COOH；根据“M 与酸性高锰酸钾溶液反应生成对苯二甲酸”可知苯环上二取代为对位，且其中一取代基为-CH_2COOH，则 M 结构简式为 

（6）由图表信息可知，随 R'体积增大，产率降低；原因 R'体积增大，位阻增大。