

2020 年普通高等学校招生全国统一考试

理科综合能力测试 化学

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 Mg 24 S 32 Fe 56 Cu 64

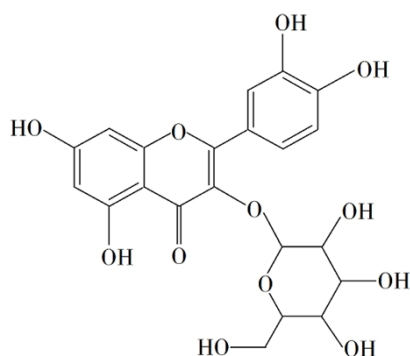
一、选择题: 在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1.宋代《千里江山图》描绘了山清水秀的美丽景色, 历经千年色彩依然, 其中绿色来自孔雀石颜料(主要成分为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$), 青色来自蓝铜矿颜料(主要成分为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$)。

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. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ 中铜的质量分数高于 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$

2.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:



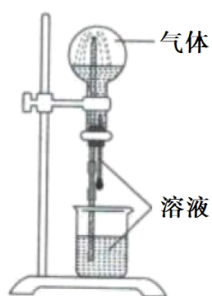
下列关于金丝桃苷的叙述, 错误的是

- 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

3. N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 22.4 L(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. 12 g 石墨烯和 12 g 金刚石均含有 N_A 个碳原子
- D. 1 L 1 mol·L⁻¹ NaCl 溶液含有 $28N_A$ 个电子

4.喷泉实验装置如图所示。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 ₂ S	稀盐酸
B.	HCl	稀氨水
C.	NO	稀 H ₂ SO ₄
D.	CO ₂	饱和 NaHCO ₃ 溶液

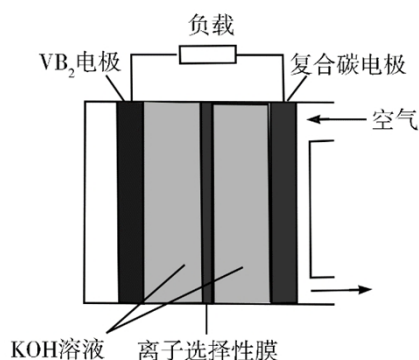
- A. A B. B C. C D. D

5.对于下列实验，能正确描述其反应的离子方程式是

- A. 用 Na₂SO₃ 溶液吸收少量 Cl₂: $3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$
- B. 向 CaCl₂ 溶液中通入 CO₂: $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$
- C. 向 H₂O₂ 溶液中滴加少量 FeCl₃: $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$
- D. 同浓度同体积 NH₄HSO₄ 溶液与 NaOH 溶液混合: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

6.一种高性能的碱性硼化钒(VB₂)—空气电池如下图所示，其中在 VB₂ 电极发生反应：

$\text{VB}_2 + 16\text{OH}^- - 11\text{e}^- = \text{VO}_4^{3-} + 2\text{B}(\text{OH})_4^- + 4\text{H}_2\text{O}$ 该电池工作时，下列说法错误的是



- A. 负载通过 0.04 mol 电子时, 有 0.224 L (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 $4\text{VB}_2 + 11\text{O}_2 + 20\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 8\text{B}(\text{OH})_4^- + 4\text{VO}_4^{3-}$
- D. 电流由复合碳电极经负载、 VB_2 电极、 KOH 溶液回到复合碳电极

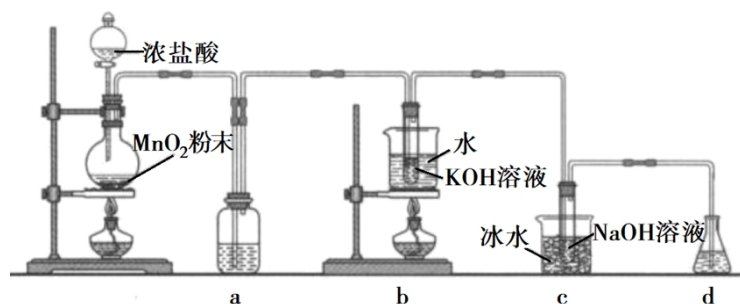
7. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素, 四种元素的核外电子总数满足 $X+Y=W+Z$; 化合物 XW_3 与 WZ 相遇会产生白烟。下列叙述正确的是

- 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

二、非选择题

(一) 必考题

8. 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(部分装置省略)制备 KClO_3 和 NaClO , 探究其氧化还原性质。



回答下列问题:

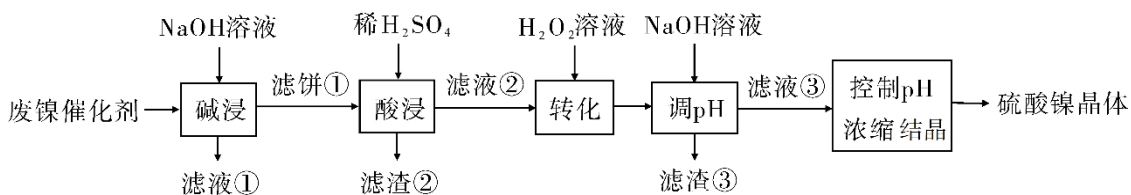
- (1) 盛放 MnO_2 粉末的仪器名称是_____, a 中的试剂为_____。
- (2) b 中采用的加热方式是_____, c 中化学反应的离子方程式是_____, 采用冰水浴冷却的目的是_____。
- (3) d 的作用是_____, 可选用试剂_____(填标号)。

- A. Na_2S B. NaCl C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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 溶液分别置于 1 号和 2 号试管中，滴加中性 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”)。

9.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($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)：



溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示：

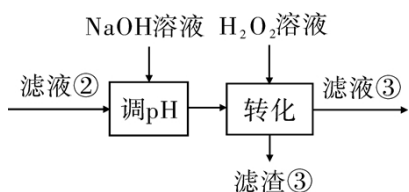
金属离子	Ni^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}
开始沉淀时($c=0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的 pH	7.2	3.7	2.2	7.5
沉淀完全时($c=1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的 pH	8.7	4.7	3.2	9.0

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 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} =_____(列出计算式)。如果“转化”后的溶液中 Ni^{2+} 浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，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_____。

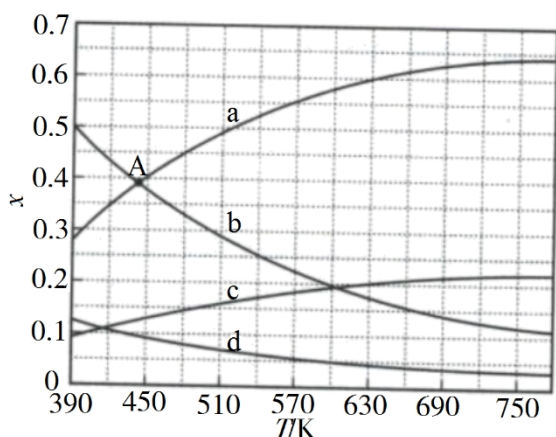
(6)将分离出硫酸镍晶体后的母液收集、循环使用,其意义是_____。

10.二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

$n(\text{C}_2\text{H}_4):n(\text{H}_2\text{O})=_____$ 。当反应达到平衡时,若增大压强,则 $n(\text{C}_2\text{H}_4)$ _____ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(2)理论计算表明,原料初始组成 $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:3$,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 ΔH _____ 0 (填“大于”或“小于”)。

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

(4)二氧化碳催化加氢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_____。

(二)选考题

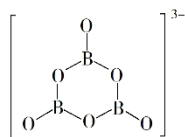
[化学——选修3:物质结构与性质]

11.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, $\text{N}-\text{B}$ 化学键称为_____ 键,其电子对由_____ 提供。氨硼烷在催化剂作用下

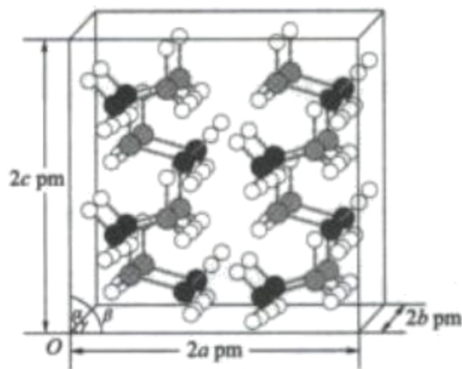
水解释放氢气： $3\text{NH}_3\text{BH}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{NH}_3 + \text{B}_3\text{O}_6^{3-} + 9\text{H}_2$ ， $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ 的结构如图所示：



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($\text{H}^\delta+$)，与 B 原子相连的 H 呈负电性($\text{H}^\delta-$)，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”。

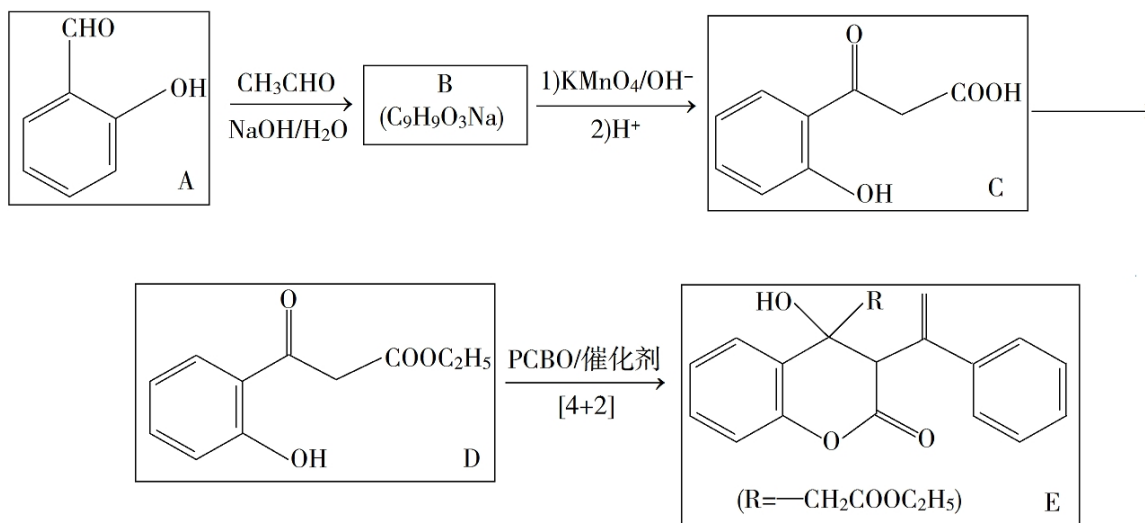
(4) 研究发现，氨硼烷在低温高压条件下为正交晶系结构，晶胞参数分别为 a pm、 b pm、 c pm， $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ 。氨硼烷的 $2\times 2\times 2$ 超晶胞结构如图所示。



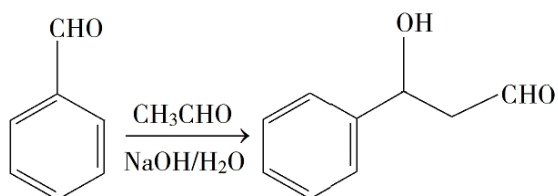
氨硼烷晶体的密度 $\rho =$ _____ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (列出计算式，设 N_A 为阿伏加德罗常数的值)。

[化学——选修 5：有机化学基础]

12. 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。近期我国科学家报道用 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：



已知如下信息：



回答下列问题：

- (1) A 的化学名称是_____。
- (2) B 的结构简式为_____。
- (3) 由 C 生成 D 所用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(注：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 与酸性高锰酸钾溶液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_____。