

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

Cu(OH)<sub>2</sub>·CuCO<sub>3</sub>)，青色来自蓝铜矿颜料(主要成分为 Cu(OH)<sub>2</sub>·2CuCO<sub>3</sub>)。下列说法错误的是

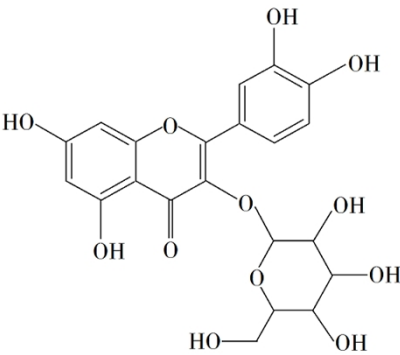
A. 保存《千里江山图》需控制温度和湿度

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)<sub>2</sub>·CuCO<sub>3</sub> 中铜的质量分数高于 Cu(OH)<sub>2</sub>·2CuCO<sub>3</sub>

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

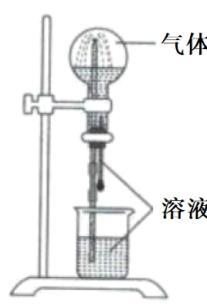
A. 22.4 L(标准状况)氮气中含有  $7N_A$  个中子

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<sup>-1</sup> 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 <sub>2</sub> S	稀盐酸
B.	HCl	稀氨水
C.	NO	稀 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
D.	CO <sub>2</sub>	饱和 NaHCO <sub>3</sub> 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 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液吸收少量 Cl<sub>2</sub>:  $3SO_3^{2-} + Cl_2 + H_2O = 2HSO_3^- + 2Cl^- + SO_4^{2-}$

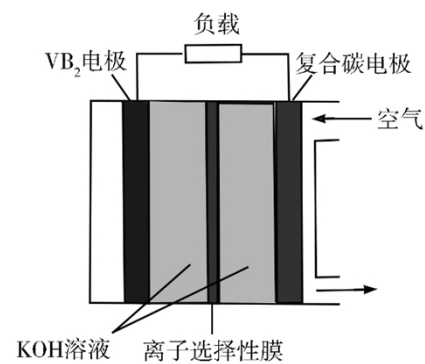
B. 向 CaCl<sub>2</sub> 溶液中通入 CO<sub>2</sub>:  $Ca^{2+} + H_2O + CO_2 = CaCO_3 \downarrow + 2H^+$

C. 向 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液中滴加少量 FeCl<sub>3</sub>:  $2Fe^{3+} + H_2O_2 = O_2 \uparrow + 2H^+ + 2Fe^{2+}$

D. 同浓度同体积 NH<sub>4</sub>HSO<sub>4</sub> 溶液与 NaOH 溶液混合:  $NH_4^+ + OH^- = NH_3 \cdot H_2O$

6.一种高性能的碱性硼化钒(VB<sub>2</sub>)—空气电池如下图所示，其中在 VB<sub>2</sub> 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 0.04 mol 电子时，有 0.224 L(标准状况)O<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 电极、KOH 溶液回到复合碳电极

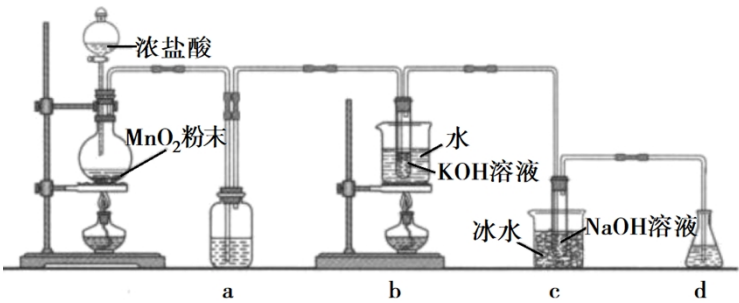
7.W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素，四种元素的核外电子总数满足 X+Y=W+Z；化合物 XW<sub>3</sub> 与 WZ 相遇会产生白烟。下列叙述正确的是

- 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<sub>3</sub> 和 NaClO，探究其氧化还原性质。



回答下列问题：

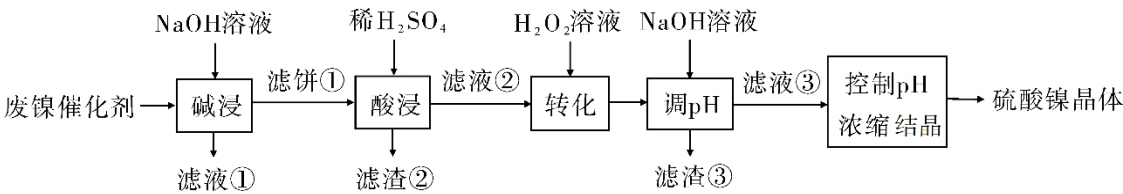
- (1)盛放 MnO<sub>2</sub> 粉末的仪器名称是\_\_\_\_\_，a 中的试剂为\_\_\_\_\_。
- (2)b 中采用的加热方式是\_\_\_\_\_，c 中化学反应的离子方程式是\_\_\_\_\_，采用冰水浴冷却的目的是\_\_\_\_\_。
- (3)d 的作用是\_\_\_\_\_，可选用试剂\_\_\_\_\_(填标号)。

A. Na<sub>2</sub>S B. NaCl C. Ca(OH)<sub>2</sub> D. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

(4)反应结束后，取出 b 中试管，经冷却结晶，\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_，干燥，得到 KClO<sub>3</sub> 晶体。

(5)取少量 KClO<sub>3</sub> 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<sub>4</sub> 振荡，静置后 CCl<sub>4</sub> 层显\_\_\_\_色。可知该条件下 KClO<sub>3</sub> 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(NiSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O)：

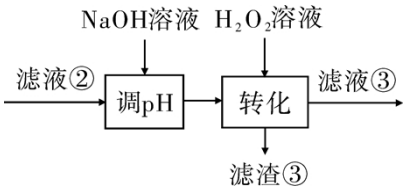


溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示：

金属离子	Ni <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
开始沉淀时( <i>c</i> =0.01 mol·L <sup>-1</sup> )的 pH	7.2	3.7	2.2	7.5
沉淀完全时( <i>c</i> =1.0×10 <sup>-5</sup> mol·L <sup>-1</sup> )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<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 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)<sub>2</sub> 的 K<sub>sp</sub>=\_\_\_\_\_ (列出计算式)。如果“转化”后的溶液中 Ni<sup>2+</sup>浓度为

1.0 mol·L<sup>-1</sup>，则“调 pH”应控制的 pH 范围是\_\_\_\_\_。

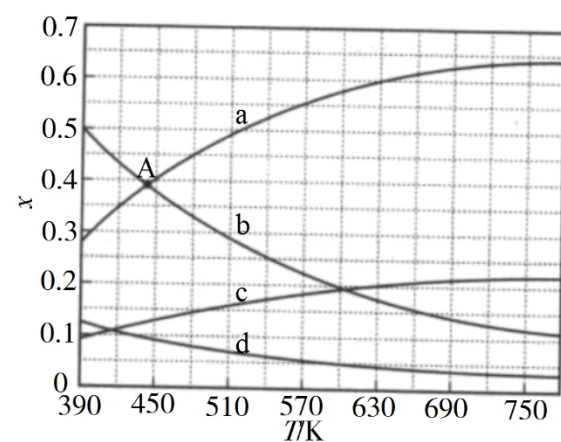
(5)硫酸镍在强碱溶液中用 NaClO 氧化，可沉淀出能用作镍镉电池正极材料的 NiOOH。写出该反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

(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<sub>2</sub> 的热点研究领域。回答下列问题：

(1)CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub> 变化的曲线分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。CO<sub>2</sub> 催化加氢合成 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 反应的  $\Delta H$ \_\_\_\_\_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  $K_p=_____$  (MPa)<sup>-3</sup> (列出计算式。以分压表示，分压=总压×物质的量分数)。

(4)二氧化碳催化加氢合成乙烯反应往往伴随副反应，生成 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> 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

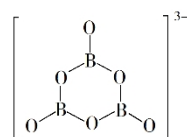
### [化学——选修 3：物质结构与性质]

11.氨硼烷(NH<sub>3</sub>BH<sub>3</sub>)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<sub>3</sub>BH<sub>3</sub> 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：

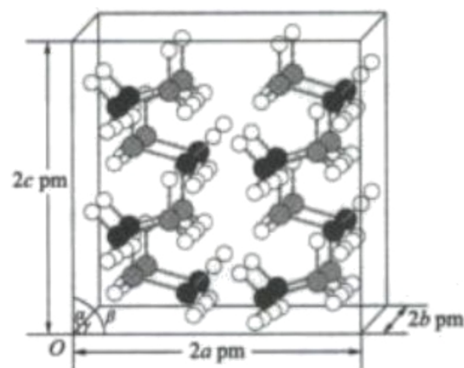
$3\text{NH}_3\text{BH}_3+6\text{H}_2\text{O}=3\text{NH}_3+\text{B}_3\text{O}_6^{3-}+9\text{H}_2$ ， $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$  的结构如图所示：



在该反应中，B 原子的杂化轨道类型由\_\_\_\_\_变为\_\_\_\_\_。

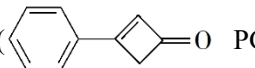
(3)NH<sub>3</sub>BH<sub>3</sub> 分子中，与 N 原子相连的 H 呈正电性(H<sup>δ+</sup>)，与 B 原子相连的 H 呈负电性(H<sup>δ-</sup>)，电负性大小顺序是\_\_\_\_\_。与 NH<sub>3</sub>BH<sub>3</sub> 原子总数相等的等电子体是\_\_\_\_\_ (写分子式)，其熔点比 NH<sub>3</sub>BH<sub>3</sub>\_\_\_\_\_ (填“高”或“低”)，原因是在 NH<sub>3</sub>BH<sub>3</sub> 分子之间，存在\_\_\_\_\_，也称“双氢键”。

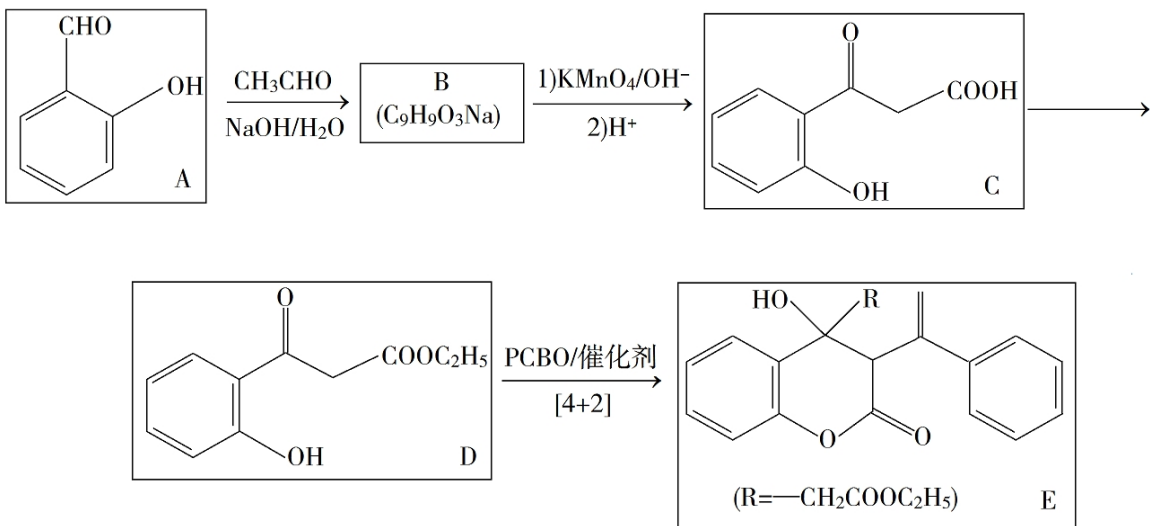
(4)研究发现，氨硼烷在低温高压条件下为正交晶系结构，晶胞参数分别为  $a$  pm、 $b$  pm、 $c$  pm， $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ 。氨硼烷的 2×2×2 超晶胞结构如图所示。



氨硼烷晶体的密度  $\rho=_____$  g·cm<sup>-3</sup> (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]

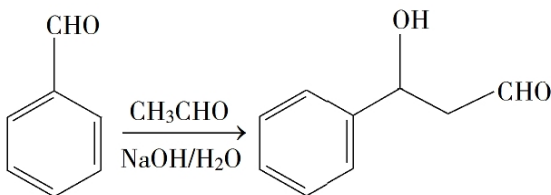
12.苯基环丁烯酮( PCBO)是一种十分活泼的反应物，可利用它的开环反应合成一系列多官能团化合物。近期我国科学家报道用 PCBO 与醛或酮发生[4+2]环加成反应，合成了具有生物活性的多官能团化合物(E)，部分合成路线如下：



产率/%	91	80	63
------	----	----	----

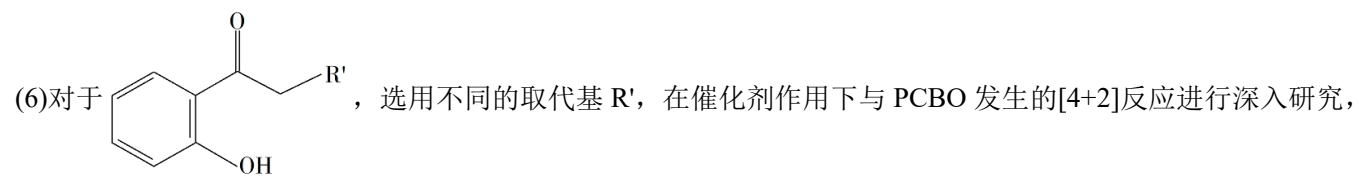
请找出规律，并解释原因\_\_\_\_\_。

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\_\_\_\_\_。



R'对产率的影响见下表：

R'	$-CH_3$	$-C_2H_5$	$-CH_2CH_2C_6H_5$
----	---------	-----------	-------------------