

化学试题

(完卷时间:75 分钟;满分:100 分)

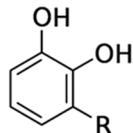
相对原子质量:H 1 C 12 N 14 O 16 Si 28 Ca 40

一、选择题(每小题 4 分,共 40 分。每小题均只有一个选项符合题意)

1. 下列对食品食材的叙述不正确的是

- A. 海参、鱼胶、蹄筋等传统食材的主要成分都是胶原蛋白,蛋白质彻底水解产物为氨基酸
 B. 绿色蔬菜含叶绿素,叶绿素是中心离子为镁离子的配合物
 C. 竹笋含较多的纤维素,纤维素、淀粉、脂肪都是高分子化合物
 D. 黄酒由大米酿造,未经蒸馏的酿造酒酒精含量不可能高于水含量

2. 漆酚(Urushiol)是生漆的主要成分,化工辞典对其组成与结构的描述如右图。下列对漆酚的推测不合理的是



R=(CH₂)₆CH₃ or
 R=(CH₂)₇CH=CH(CH₂)₂CH₃ or
 R=(CH₂)₇CH=CHCH₂CH=CH(CH₂)₂CH₃ or
 R=(CH₂)₇CJ=CHCH₂CH=CHCH=CHCH₃, or
 R=(CH₂)₇CH=CHCH₂CH=CHCH₂CH=CH₂ and others

- A. 漆酚可发生加成反应
 B. 漆酚是混合物,难溶于水、可溶于苯
 C. 生漆固化硬化过程伴随漆酚的聚合反应
 D. 生漆是纯天然产物,对人体无毒无害

3. 原子序数依次增大的 X、Y、Z、Q、W 五种短周期主族元素,X、W 同族、Y、Z、Q 同周期;离子化

合物 M 由这四种元素组成,M 的结构可表示为:



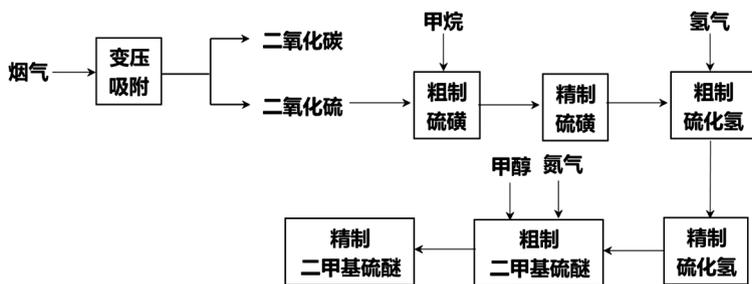
下列叙述正确的是

- A. 最高价氧化物对应水化物酸性 Y>Z
 B. Y、Z、Q 原子半径依次减小
 C. X 与 Y、Z、Q、W 的二元化合物均可在空气中燃烧
 D. 常温下,M 水溶液 pH<7

4. 已知 N_A 是阿伏加德罗常数的值,下列关于 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液说法正确的是

- A. 100 mL 溶液中离子总数大于 $0.03 N_A$
 B. 阴离子总数等于阳离子总数
 C. 溶液中离子浓度 $c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-)$
 D. 配制 100 mL 需用托盘天平称取 1.06 g Na_2CO_3 固体

5. 常温下为无色液体的二甲基硫醚($\text{CH}_3\text{-S-CH}_3$)是一种重要的化工原料。将含有质量分数25%的二氧化硫与75%的二氧化碳的烟气通过以下工艺制取二甲基硫醚,下列有关说法不正确的是



- A. 选择合适的吸附剂和压力可以达到对混合气体进行分离提纯的目的
 B. “粗制硫磺”工序所发生的化学反应中硫元素被还原
 C. “粗制二甲基硫醚”的主要反应方程式为: $2\text{CH}_3\text{OH}+\text{H}_2\text{S}\longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}+\text{CH}_3\text{SCH}_3$
 D. “精制二甲基硫醚”的主要操作为:蒸发浓缩、冷却结晶
6. 用下列装置进行实验,能达到实验目的的是

A	B	C	D
配制一定物质的量浓度的硫酸溶液	制备无水氯化镁晶体	石蜡分解及产物检验	分离豆浆中的蛋白质胶体

7. 某化学兴趣小组发现,装有溴和汽油混合溶液的无色透明试剂瓶放在实验台上,经过一段时间后溶液竟然褪色了。为找出褪色原因,该小组成员做了2个对比实验:

- ①向酸性高锰酸钾溶液中滴加汽油,无明显变化
 ②将溴的汽油溶液放置在冷暗处,经过相同时间也没有明显变化。

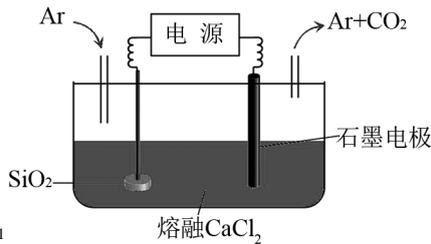
下列溴和汽油混合溶液的其他实验,现象预测合理的是

	实验操作	预测现象
A	溶液褪色后,立即向试剂瓶内缓慢地通入氨气	产生白烟
B	溶液褪色后,立即向试剂瓶内滴加硝酸银溶液	无明显变化
C	加热褪色后的混合溶液	溶液变回橙红色
D	其他条件相同,将混合溶液改为溴的四氯化碳溶液	溶液褪色

8. 国内某动力电池研究院运用 FFC 剑桥工艺实现熔盐电解 SiO_2 制备硅材料, 装置如下。

下列说法中错误的是

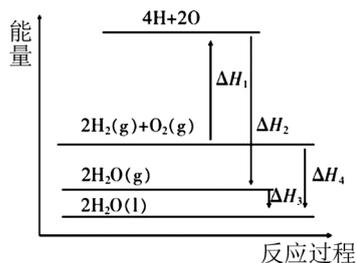
- A. 阳极反应为 $\text{C} - 4\text{e}^- + 2\text{O}^{2-} = \text{CO}_2 \uparrow$
- B. SiO_2 电极减重 60 g 时, 生成 CO_2 体积为 22.4 L
- C. 电解过程, 熔盐中 Ca^{2+} 移向 SiO_2 所在电极的方向
- D. 若用其他惰性电极代替石墨, 可能会生成 O_2 、 Cl_2



9. 反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

过程中的能量变化关系如下图。下列说法错误的是

- A. $\Delta H_1 > \Delta H_2$
- B. $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 = -571.6 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 2 mol 水蒸气转化为液态水能够释放出的能量为 $|\Delta H_3| \text{ KJ}$
- D. 若将上述反应设计成原电池, 则当氢失 4 mol 电子时能够产生 571.6 KJ 的电

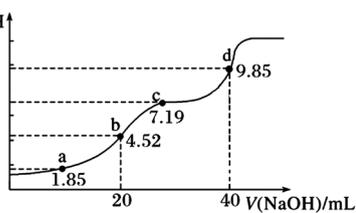


10. 工业生产中产生的 SO_2 废气常用 NaOH 吸收。25℃ 时, 用

$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液滴定 20 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_3$ 溶液

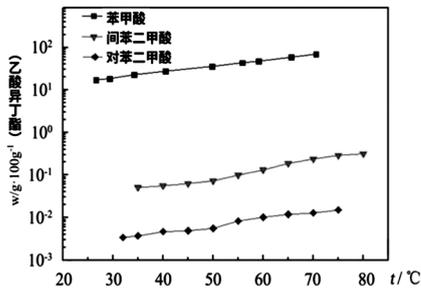
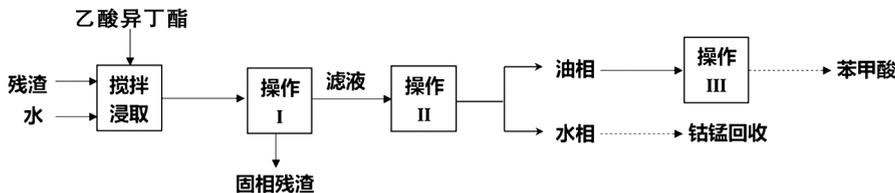
的滴定曲线如图。下列说法错误的是

- A. 若 a 点时 $c(\text{H}_2\text{SO}_3) = c(\text{HSO}_3^-)$, 则 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 10^{-1.85}$
- B. 滴定时, 可用甲基橙做为点 b 的终点判断指示剂
- C. 若 c 点时 $c(\text{HSO}_3^-) = c(\text{SO}_3^{2-})$, 则 $c(\text{Na}^+) < 3c(\text{HSO}_3^-)$
- D. 若 $10^{-0.7} = 0.2$, 则根据 d 点可以计算出 $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ 的数量级为 10^{-8}



二、填空题 (每小题 12 分, 共 60 分)

11. 精对苯二甲酸 (PTA) 是生产聚酯纤维的重要化工原料。生产过程产生的氧化残渣主要含有苯甲酸、对苯二甲酸、钴锰催化剂等。采用以下工艺流程可实现 PTA 残渣中有效成分苯甲酸和 Co^{2+} 、 Mn^{2+} 的回收与纯化, 达到废物再利用的目的。



序号	浸取温度/℃	进料质量比 溶剂 : 水 : 干残渣	苯甲酸 浸取率/%
1	30	4 : 1 : 1	87.48
2	40	4 : 1 : 1	90.33
3	50	4 : 1 : 1	90.81

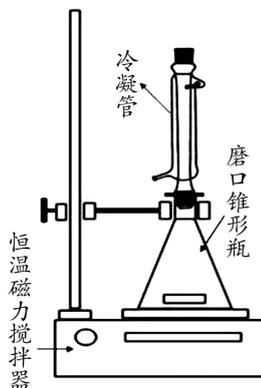
- (1) 操作 I 的方法是_____；实验室进行操作 II 主要用的玻璃仪器有_____。
- (2) 判定乙酸异丁酯可用于浸取并有效回收苯甲酸的理由是_____。
- (3) 从上表所列实验数据可知苯甲酸在乙酸异丁酯中的溶解过程是_____ (填“放热”或“吸热”)过程。
- (4) 操作 III 为蒸馏,蒸出的溶剂可返回_____工序循环使用
- (5) 钴锰回收时常采用 Na_2S 沉淀法将钴沉淀为 CoS 。若油水分离后的溶液经蒸发浓缩后, Co^{2+} 和 Mn^{2+} 的浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 计算说明当 Co^{2+} 完全沉淀时产生的固体中不含 MnS , 支持这个结论的数学关系式是_____。 [已知, $K_{\text{sp}}(\text{CoS}) = 2 \times 10^{-25}$, $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = 2 \times 10^{-13}$, 完全沉淀指溶液中离子浓度小于 $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$]
- (6) 得到的 CoS 通过硫酸化焙烧转变为水溶性的 CoSO_4 , 其化学方程式为_____。

12. 聚乳酸($\left[\text{C} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{C} \\ || \\ \text{O} \end{array} \text{O} \right]_n$)是一种新型生物降解材料,可用于包装食品。某化学兴趣小组利用化学解聚方法,由废旧聚乳酸餐盒制得高纯乳酸钙。

已知:乳酸是淡黄色黏性液体,与乙醇、水混溶;乳酸钙是白色粉末,溶于冷水,易溶于热水,不溶于乙醇、丙酮等有机溶剂。

I. 废旧聚乳酸材料的解聚

- ①分别取一定量的 NaOH 、无水乙醇和白色聚乳酸餐盒碎片,装入锥形瓶,加热解聚;
- ②待反应完毕,向锥形瓶中加入少量浓盐酸,然后加热浓缩,得到淡黄色黏稠状液体和少量白色不溶物;
- ③往②中所得混合物加入 20 mL 无水乙醇并搅拌均匀,静置、过滤,弃去白色不溶物。



- (1) 步骤①所用装置如图所示,其中冷凝管的作用是_____,写出聚乳酸在碱性条件下解聚的化学方程式_____。
- (2) 步骤②中,加入浓盐酸的目的是_____,为避免浓缩过程发生暴沸,可以加入_____。
- (3) 步骤③加入 20mL 无水乙醇的作用是_____。

II. 乳酸钙的制备

- ④将氢氧化钙粉末分批加入③中所得滤液,控制最终溶液的 pH 约为 7, 过滤;
 - ⑤取滤液于烧杯,冰水浴下剧烈搅拌,同时加入 40 mL 物质 X, 析出白色固体;
 - ⑥过滤,收集沉淀物,烘干,称重为 5.8 g。
- (4) “控制最终溶液的 pH 约为 7”时,需用蒸馏水润湿 pH 试纸后再测量溶液的 pH, 其原因是_____。

(5) 步骤⑤中,所加“物质 X”可能是_____

- A. 石灰水 B. 盐酸 C. 丙酮 D. 乳酸

(6) 若步骤④所加氢氧化钙粉末的质量为 2.1 g, 则该实验的产率 = _____ (结果保留 3 位有效数字; $M_{\text{氢氧化钙}} = 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_{\text{乳酸钙}} = 218 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

13. 丙烯 (C_3H_6) 是仅次于乙烯 (C_2H_4) 的重要基本有机原料, 工业上常利用丙烷 (C_3H_8) 催化脱氢氧化制取丙烯。丙烷脱氢过程主要包含以下 3 个反应:



根据以下所给条件回答问题:

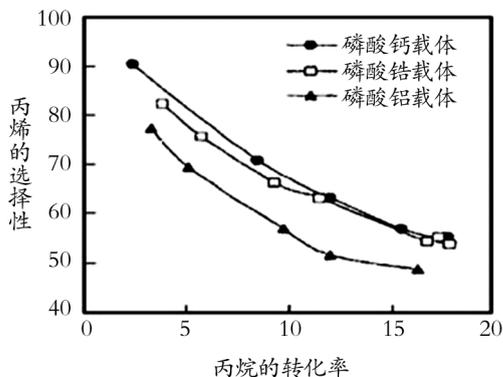
(1) 已知各物质的燃烧热如下表, 请计算反应①的反应热 $\Delta H_1 =$ _____。

物质	H_2	CH_4	C_2H_4	C_3H_6	C_3H_8
燃烧热 ($\text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	285.8	891.0	1411.0	2013.4	2217.8

(2) 如果要加快石油工业中丙烷的裂解速度, 可以采取的措施是_____。

- A. 高温低压 B. 低温高压 C. 高温高压 D. 低温低压

(3) 在 500°C 下, 按一定的原料气比和气流速度的条件下, 不同载体催化剂对丙烷脱氢反应的影响如下图所示。其中某一组实验数据如下表所示。(其中丙烷的转化率指的是总转化率, 丙烯的选择性指最终转化为丙烯的丙烷占反应丙烷的百分比。)



物质	反应前 (mol)	反应后 (mol)
C_3H_8	10	...
C_3H_6	0	1.02
CO_2	0	1.98
C_2H_4	0	0.02
CH_4	0	0.02

① 磷酸钙、磷酸锆、磷酸铝三种载体的催化效率最高的是_____。

② 经研究发现, 不同载体的催化效果与载体本身的酸碱性有关, 以下三种催化剂中催化效果最好的是_____。

- A. SiO_2 B. Al_2O_3 C. MgO

③ 由上表计算该条件下, 丙烷的转化率 = _____; 丙烯的选择性 = _____。

④ 根据化学平衡理论催化剂并不会改变平衡体系中的转化率和产率, 但在丙烷催化生产丙烯的反应中, 使用不同的催化剂所得到的丙烯的选择性却有不同。请说明原因: _____。

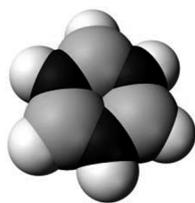
(4) 目前有一种便携式固体氧化物燃料电池, 它以丙烷气体为燃料。电池中的一极通入空气, 另一极通入丙烷气体, 电解质是固态氧化物, 在熔融状态下能传导 O^{2-} 。

请写出该电池负极的电极反应式: _____

14. 偏硼酸钡 (BBO) 和三硼酸锂 (LBO) 晶体是两种性能优异的非线性光学晶体, 化学组成分别为 $\text{Ba}(\text{BO}_2)_2$ 、 LiB_3O_5 。

(1) 组成两种晶体的四种元素电负性从大到小的顺序是_____。

(2) 环硼氮烷 $\text{B}_3\text{H}_6\text{N}_3$ 又称无机苯, 其球棍模型如右图。其中氮原子的杂化类型为_____。



(3) 氨硼烷 NH_3BH_3 可以作为机动车使用的备选氢来源或氢储存的材料。氨硼烷相对分子质量为 31、熔点 104°C 。氨硼烷熔点较高的原因可能是_____ (填选项符号)。

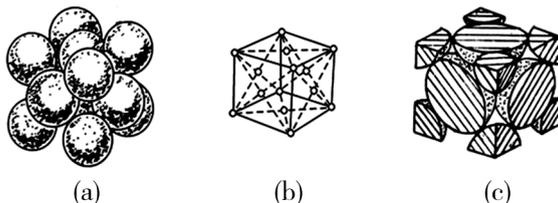
A. 和乙烷是等电子体

B. 分子间存在氢键

C. 形成离子晶体

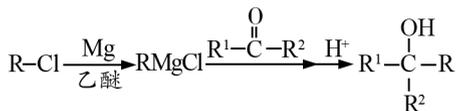
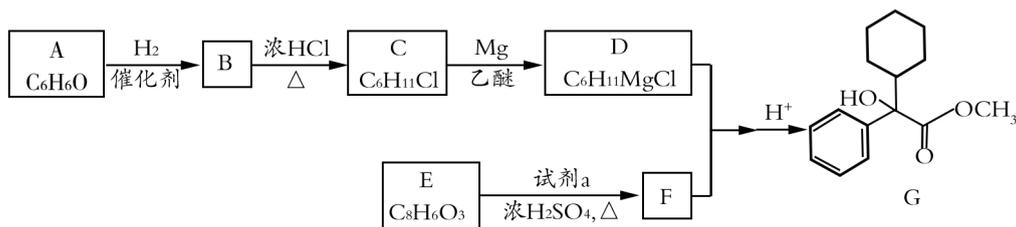
(4) 氨硼烷受热或水解都能释放氢气, 加热氨硼烷时, 它首先会聚合成 $(\text{NH}_2\text{BH}_2)_n$, 继续加热, 再继续聚合成 $(\text{NHBH})_n$; 而氨硼烷在催化剂存在下水解生成偏硼酸铵 NH_4BO_2 。等量氨硼烷若彻底反应, 加热法和水解法释放氢气的量比为_____。

(5) 2017 年科学家才确定基态金属锂晶体为 FCC (面心立方晶格), 面心立方紧密堆积结构示意图:



晶胞中锂的配位数为_____。若晶胞边长为 a pm, 则锂原子的半径 r 为_____ pm。

15. 有机物 G 是一种药物合成中间产物, 其一种合成路线如下:



已知:

(1) A 是芳香族化合物, 其名称是_____; G 分子中含氧官能团的名称是_____。

(2) A → B 的反应类型是_____。

(3) C 的结构简式是_____。

(4) E 属于芳香族的同分异构体有多种, 其中分子内有 4 个碳原子在同一直线上的结构简式为_____。

(5) E → F 的化学方程式为_____。