

2020 年普通高等学校招生全国统一考试

理科综合能力测试(全国卷 II)

注意事项:

1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑, 如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其它答案标号。回答非选择题时, 将答案写在答题卡上, 写在本试卷上无效。
3. 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

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: 本题共 7 个小题, 每小题 6 分, 共 42 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

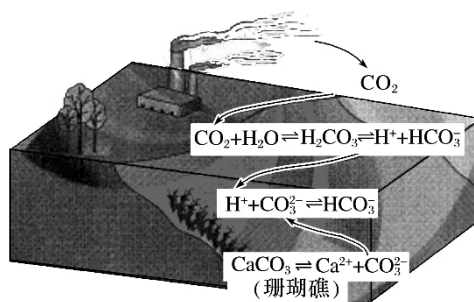
7. 北宋沈括《梦溪笔谈》中记载: “信州铅山有苦泉, 流以为涧。挹其水熬之则成胆矾, 烹胆矾则成铜。熬胆矾铁釜, 久之亦化为铜”。下列有关叙述错误的是()

- A. 胆矾的化学式为 CuSO_4
- B. 胆矾可作为湿法冶铜的原料
- C. “熬之则成胆矾”是浓缩结晶过程
- D. “熬胆矾铁釜, 久之亦化为铜”是发生了置换反应

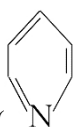
8. 某白色固体混合物由 NaCl 、 KCl 、 MgSO_4 、 CaCO_3 中的两种组成, 进行如下实验: ①混合物溶于水, 得到澄清透明溶液; ②做焰色反应, 通过钴玻璃可观察到紫色; ③向溶液中加入碱, 产生白色沉淀。根据实验现象可判断其组成为()

- A. KCl 、 NaCl
- B. KCl 、 MgSO_4
- C. KCl 、 CaCO_3
- D. MgSO_4 、 NaCl

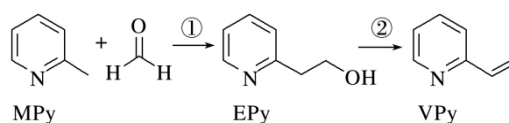
9. 二氧化碳的过量排放可对海洋生物的生存环境造成很大影响, 其原理如下图所示。下列叙述错误的是()



- A. 海水酸化能引起 HCO_3^- 浓度增大、 CO_3^{2-} 浓度减小
- B. 海水酸化能促进 CaCO_3 的溶解，导致珊瑚礁减少
- C. CO_2 能引起海水酸化，其原理为 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- D. 使用太阳能、氢能等新能源可改善珊瑚的生存环境

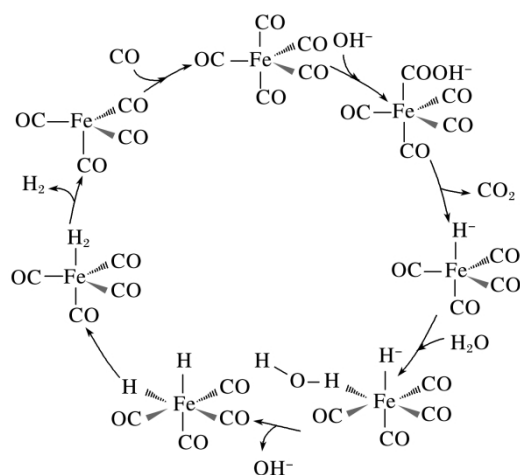


10. 吡啶(N)是类似于苯的芳香化合物，2-乙烯基吡啶(VPy)是合成治疗矽肺病药物的原料，可由如下路线合成。下列叙述正确的是()



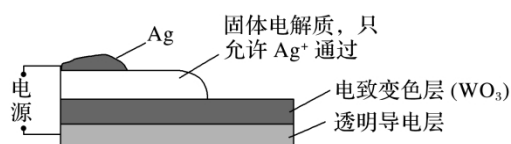
- A. MPy 只有两种芳香同分异构体
- B. EPy 中所有原子共平面
- C. VPy 是乙烯的同系物
- D. 反应②的反应类型是消去反应

11. 据文献报道： $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 催化某反应的一种反应机理如下图所示。下列叙述错误的是()



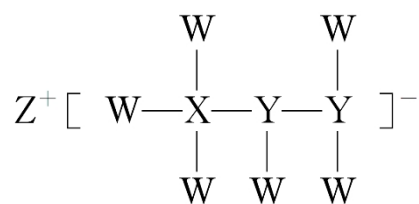
- A. OH^- 参与了该催化循环
- B. 该反应可产生清洁燃料 H_2
- C. 该反应可消耗温室气体 CO_2
- D. 该催化循环中 Fe 的成键数目发生变化

12. 电致变色器件可智能调控太阳光透过率, 从而实现节能。下图是某电致变色器件的示意图。当通电时, Ag^+ 注入到无色 WO_3 薄膜中, 生成 Ag_xWO_3 , 器件呈现蓝色, 对于该变化过程, 下列叙述错误的是()



- A. Ag 为阳极
- B. Ag^+ 由银电极向变色层迁移
- C. W 元素的化合价升高
- D. 总反应为: $\text{WO}_3 + x\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}_x\text{WO}_3$

13. 一种由短周期主族元素组成的化合物(如图所示), 具有良好的储氢性能, 其中元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大、且总和为 24。下列有关叙述错误的是()



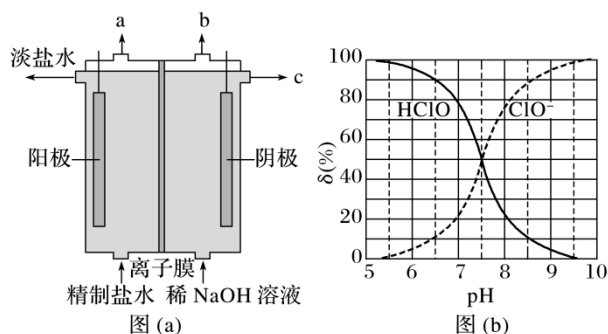
- A. 该化合物中，W、X、Y 之间均为共价键
- B. Z 的单质既能与水反应，也可与甲醇反应
- C. Y 的最高化合价氧化物的水化物为强酸
- D. X 的氟化物 XF_3 中原子均为 8 电子稳定结构

三、非选择题：第 26~28 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 35~36 题为选考题，考生根据要求作答。

(一)必考题：

26. (14 分)化学工业为疫情防控提供了强有力的物质支撑。氯的许多化合物既是重要化工原料，又是高效、广谱的灭菌消毒剂。回答下列问题：

(1)氯气是制备系列含氯化合物的主要原料，可采用如图(a)所示的装置来制取。装置中的离子膜只允许_____离子通过，氯气的逸出口是_____ (填标号)。



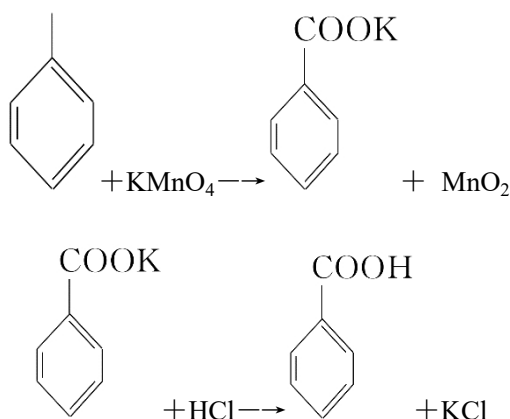
(2)次氯酸为一元弱酸，具有漂白和杀菌作用，其电离平衡体系中各成分的组成分数 $\delta[\delta(\text{X}) = \frac{c(\text{X})}{c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-)}]$ ，X 为 HClO 或 ClO^- 与 pH 的关系如图(b)所示。 HClO 的电离常数 K_a 值为_____。

(3) Cl_2O 为淡棕黄色气体，是次氯酸的酸酐，可由新制的 HgO 和 Cl_2 反应来制备，该反应为歧化反应(氧化剂和还原剂为同一种物质的反应)。上述制备 Cl_2O 的化学方程式为_____

(4) ClO_2 常温下为黄色气体，易溶于水，其水溶液是一种广谱杀菌剂。一种有效成分为 NaClO_2 、 NaHSO_4 、 NaHCO_3 的“二氧化氯泡腾片”，能快速溶于水，溢出大量气泡，得到 ClO_2 溶液。上述过程中，生成 ClO_2 的反应属于歧化反应，每生成 1 mol ClO_2 消耗 NaClO_2 的量为 _____ mol；产生“气泡”的化学方程式为 _____。

(5) “84 消毒液”的有效成分为 NaClO ，不可与酸性清洁剂混用的原因是 _____ (用离子方程式表示)。工业上是将氯气通入到 30% 的 NaOH 溶液中来制备 NaClO 溶液，若 NaClO 溶液中 NaOH 的质量分数为 1%，则生产 1 000 kg 该溶液需消耗氯气的质量为 _____ kg (保留整数)。

27. (15 分) 苯甲酸可用作食品防腐剂。实验室可通过甲苯氧化制苯甲酸，其反应原理简示如下：



名称	相对分子质量	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	沸点/ $^{\circ}\text{C}$	密度/($\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	溶解性
甲苯	92	-95	110.6	0.867	不溶于水，易溶于乙醇
苯甲酸	122	122.4(100 $^{\circ}\text{C}$ 左右开始升华)	248	—	微溶于冷水，易溶于乙醇、热水

实验步骤：

(1) 在装有温度计、冷凝管和搅拌器的三颈烧瓶中加入 1.5 mL 甲苯、100 mL 水和 4.8

(2)停止加热，继续搅拌，冷却片刻后，从冷凝管上口慢慢加入适量饱和亚硫酸氢钠溶液，并将反应混合物趁热过滤，用少量热水洗涤滤渣。合并滤液和洗涤液，于冰水浴中冷却，然后用浓盐酸酸化至苯甲酸析出完全。将析出的苯甲酸过滤，用少量冷水洗涤，放在沸水浴上干燥。称量，粗产品为 1.0 g。

回答下列问题:

A. 100 mL B. 250 mL

C. 500 mL D. 1 000 mL

(3)加入适量饱和亚硫酸氢钠溶液的的目的是_____；该步骤亦可用草酸在酸性条件下处理，请用反应的离子方程式表达其原理_____。

(5)干燥苯甲酸晶体时，若温度过高，可能出现的结果是_____。

A. 70% B. 60%

C. 50% D. 40%

(7)若要得到纯度更高的苯甲酸，可通过在水中 的方法提纯。

28. (14 分)天然气的主要成分为 CH_4 ，一般还含有 C_2H_6 等烃类，是重要的燃料和化工原料。

(1)乙烷在一定条件可发生如下反应： $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$ ，相关物质的燃烧热数据如下表所示：

物质	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
燃烧热 $\Delta H/(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$	-1 560	-1 411	-286

① $\Delta H_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

②提高该反应平衡转化率的方法有 、 。

③容器中通入等物质的量的乙烷和氢气，在等压下(p)发生上述反应，乙烷的平衡转化率为 α 。反应的平衡常数 $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ (用平衡分压代替平衡浓度计算，分压 = 总压 \times 物质的量分数)。

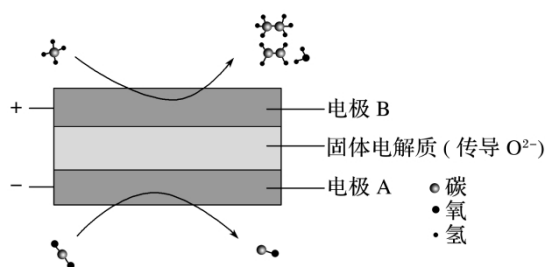
(2)高温下，甲烷生成乙烷的反应如下： $2\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{C}_2\text{H}_6 + \text{H}_2$ 。反应在初期阶段的速率方程为： $r = k \times c_{\text{CH}_4}$ ，其中 k 为反应速率常数。

①设反应开始时的反应速率为 r_1 ，甲烷的转化率为 α 时的反应速率为 r_2 ，则 $r_2 = \underline{\hspace{2cm}} r_1$ 。

②对于处于初期阶段的该反应，下列说法正确的是 。

- A. 增加甲烷浓度， r 增大
- B. 增加 H_2 浓度， r 增大
- C. 乙烷的生成速率逐渐增大
- D. 降低反应温度， k 减小

(3) CH_4 和 CO_2 都是比较稳定的分子，科学家利用电化学装置实现两种分子的耦合转化，其原理如下图所示：



①阴极上的反应式为_____。

②若生成的乙烯和乙烷的体积比为 2 : 1，则消耗的 CH_4 和 CO_2 体积比为_____。

(二)选考题：请考生从 2 道化学题中任选一题作答。如果多做，则每科按所做的第一题计分。

35. [化学——选修 3：物质结构与性质](15 分)

钙钛矿(CaTiO_3)型化合物是一类可用于生产太阳能电池、传感器、固体电阻器等的功能材料，回答下列问题：

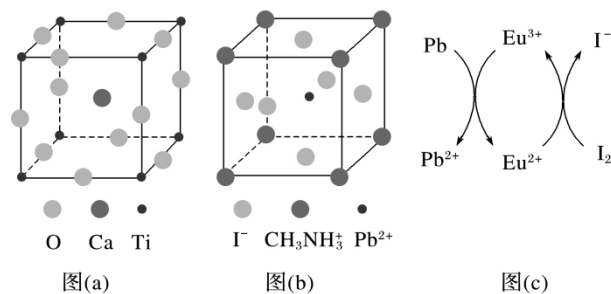
(1)基态 Ti 原子的核外电子排布式为_____。

(2)Ti 的四卤化物熔点如下表所示， TiF_4 熔点高于其他三种卤化物，自 TiCl_4 至 TiI_4 熔点依次升高，原因是_____。

化合物	TiF_4	TiCl_4	TiBr_4	TiI_4
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	377	-24.12	38.3	155

(3) CaTiO_3 的晶胞如图(a)所示，其组成元素的电负性大小顺序是_____；金属离子与氧离子间的作用力为_____， Ca^{2+} 的配位数是_____。

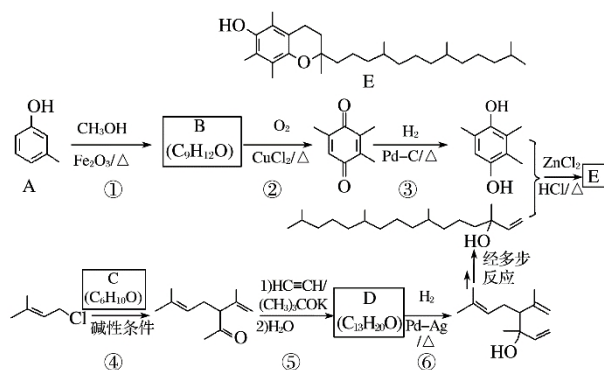
(4)一种立方钙钛矿结构的金属卤化物光电材料的组成为 Pb^{2+} 、 I^- 和有机碱离子 CH_3NH_3^+ ，其晶胞如图(b)所示。其中 Pb^{2+} 与图(a)中_____的空间位置相同，有机碱 CH_3NH_3^+ 中，N 原子的杂化轨道类型是_____；若晶胞参数为 $a \text{ nm}$ ，则晶体密度为_____ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (列出计算式)。



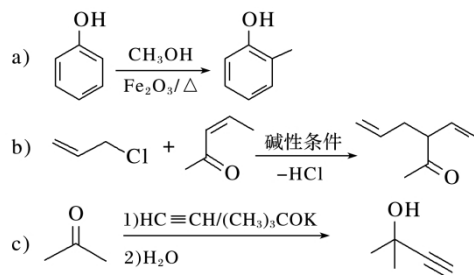
(5)用上述金属卤化物光电材料制作的太阳能电池在使用过程中会产生单质铅和碘，降低了器件效率和使用寿命。我国科学家巧妙地在此材料中引入稀土铕(Eu)盐，提升了太阳能电池的效率和使用寿命，其作用原理如图(c)所示，用离子方程式表示该原理_____、_____。

36. [化学——选修 5：有机化学基础](15 分)

维生素 E 是一种人体必需的脂溶性维生素，现已广泛应用于医药、营养品、化妆品等。天然的维生素 E 由多种生育酚组成，其中 α -生育酚(化合物 E)含量最高，生理活性也最高。下面是化合物 E 的一种合成路线，其中部分反应略去。



已知以下信息：



回答下列问题：

(1)A 的化学名称为_____。

(2)B 的结构简式为_____。

(3)反应物 C 含有三个甲基，其结构简式为_____。

(4)反应⑤的反应类型为_____。

(5)反应⑥的化学方程式为_____。

(6)化合物 C 的同分异构体中能同时满足以下三个条件的有_____个(不考虑立体异构体，填标号)。

(i)含有两个甲基；(ii)含有酮羰基(但不含 $C=C=O$)；(iii)不含有环状结构。

(a)4 (b)6 (c)8 (d)10

其中，含有手性碳(注：连有四个不同的原子或基团的碳)的化合物的结构简式为_____。