

绝密★考试启用前

# 2021 年普通高等学校招生全国统一考试（甲卷）

## 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 S 32 Cu 64 Zr 91

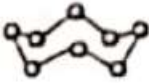
一、选择题：本题共 13 个小题，每小题 6 分。共 78 分，在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

7. 化学与人体健康及环境保护息息相关。下列叙述正确的是

- A. 食品加工时不可添加任何防腐剂
- B. 掩埋废旧电池不会造成环境污染
- C. 天然气不完全燃烧会产生有毒气体
- D. 使用含磷洗涤剂不会造成水体污染

8.  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是（ ）

- A. 18g 重水（ $D_2O$ ）中含有的质子数为  $10N_A$
- B. 3mol 的  $NO_2$  与  $H_2O$  完全反应时转移的电子数为  $4N_A$

C. 32g 环状  $S_8$  () 分子中含有的 S-S 键数为  $1N_A$

D. 1L pH = 4 的  $0.1mol \cdot L^{-1} K_2Cr_2O_7$  溶液中  $Cr_2O_7^{2-}$  离子数为  $0.1N_A$

9. 实验室制备下列气体的方法可行的是（ ）

	气体	方法
A	氨气	加热氯化铵固体
B	二氧化氮	将铝片加到冷浓硝酸中
C	硫化氢	向硫化钠固体滴加浓硫酸
D	氧气	加热氯酸钾和二氧化锰的混合物

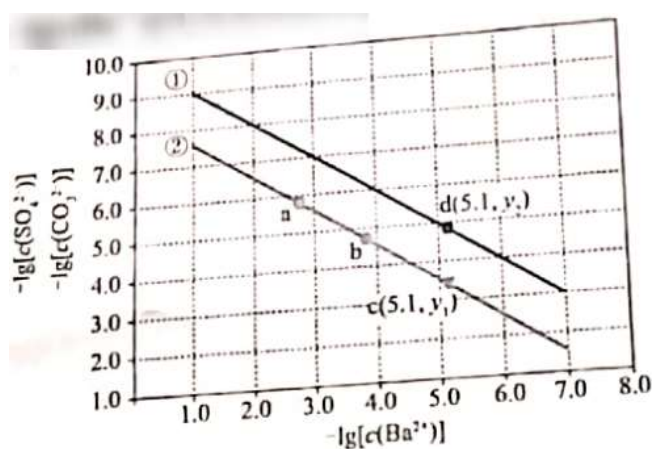
10. 下列叙述正确的是（ ）

- A. 甲醇既可发生取代反应也可发生加成反应
- B. 用饱和碳酸氢钠溶液可以鉴别乙酸和乙醇
- C. 烷烃的沸点高低仅取决于碳原子数的多少
- D. 戊二烯与环戊烷互为同分异构体

11. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素，Z 的最外层电子数是 W 和 X 的最外层电子数之和，也是 Y 的最外层电子数的 2 倍。W 和 X 的单质常温下均为气体。下列叙述正确的是（ ）

- A. 原子半径：Z > Y > X > W
- B. W 与 X 只能形成一种化合物
- C. Y 的氧化物为碱性氧化物，不与强碱反应
- D. W、X 和 Z 可形成既含有离子键又含有共价键的化合物

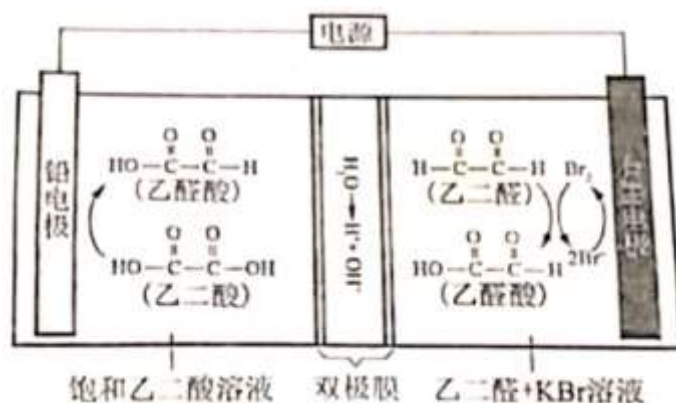
12. 已知相同温度下， $K_{sp}(\text{BaSO}_4) < K_{sp}(\text{BaCO}_3)$ 。某温度下，饱和溶液中  $-\lg[c(\text{SO}_4^{2-})]$ 、 $-\lg[c(\text{CO}_3^{2-})]$  与  $-\lg[c(\text{Ba}^{2+})]$  的关系如图所示。



下列说法正确的是（ ）

- A. 曲线①代表  $\text{BaCO}_3$  的沉淀溶解曲线
- B. 该温度下  $\text{BaSO}_4$  的  $K_{sp}(\text{BaSO}_4)$  值为  $1.0 \times 10^{-10}$
- C. 加适量  $\text{BaCl}_2$  固体可使溶液由 a 点变到 b 点
- D.  $c(\text{Ba}^{2+}) = 10^{-5.1}$  时两溶液中  $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = 10^{y_2 - y_1}$

13. 乙醛酸是一种重要的化工中间体，可果用如下图所示的电化学装置合成。图中的双极膜中间层中的  $\text{H}_2\text{O}$  解离为  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ ，并在直流电场作用下分别向两极迁移。下列说法正确的是（ ）



A. KBr 在上述电化学合成过程中只起电解质的作用

B. 阳极上的反应式为： $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{H}_2\text{O}$

C. 制得 2mol 乙醛酸，理论上外电路中迁移了 1mol 电子

D. 双极膜中间层中的  $\text{H}^+$  在外电场作用下向铅电极方向迁移

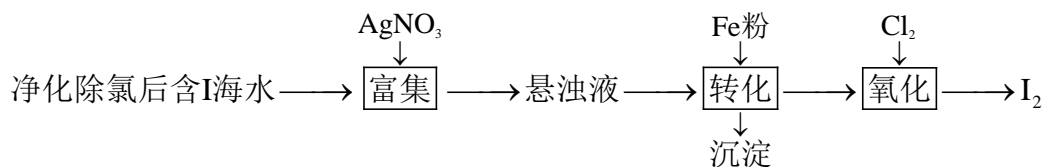
三、非选择题：共 174 分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 129 分。

26. (14 分)

碘（紫黑色固体，微溶于水）及其化合物广泛用于医药、染料等方面。回答下列问题：

(1)  $\text{I}_2$  的一种制备方法如下图所示：



①加入 Fe 粉进行转化反应的离子方程式为\_\_\_\_\_，生成的沉淀与硝酸反应，生成\_\_\_\_\_后可循环使用。

②通入  $\text{Cl}_2$  的过程中，若氧化产物只有一种，反应的化学方程式为\_\_\_\_\_；若反应物用量比  $n(\text{Cl}_2)/n(\text{FeI}_2) = 1.5$  时，氧化产物为\_\_\_\_\_；当  $n(\text{Cl}_2)/n(\text{FeI}_2) > 1.5$ ，单质碘的收率会降低，原因是\_\_\_\_\_。

(2) 以  $\text{NaIO}_3$  为原料制备  $\text{I}_2$  的方法是：先向  $\text{NaIO}_3$  溶液中加入计量的  $\text{NaHSO}_3$ ，生成碘化物；再向混合溶液中加入  $\text{NaIO}_3$  溶液，反应得到  $\text{I}_2$ ，上述制备  $\text{I}_2$  的总反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3) KI 溶液和  $\text{CuSO}_4$  溶液混合可生成 CuI 沉淀和  $\text{I}_2$ ，若生成  $1\text{mol I}_2$ ，消耗的 KI 至少为 \_\_\_\_\_ mol。 $\text{I}_2$  在 KI 溶液中可发生反应： $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ 。实验室中使用过量的 KI 与  $\text{CuSO}_4$  溶液反应后，过滤，滤液经水蒸气蒸馏可制得高纯碘。反应中加入过量 KI 的原因是\_\_\_\_\_。

27. (15 分)

胆矾 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 易溶于水，难溶于乙醇。某小组用工业废铜焙烧得到的 CuO (杂质为氧化铁及泥沙) 为原料与稀硫酸反应制备胆矾，并测定其结晶水的含量。回答下列问题：

(1) 制备胆矾时，用到的实验仪器除量筒、酒精灯、玻璃棒、漏斗外，还必须使用的仪器有\_\_\_\_\_ (填标号)。

A. 烧杯      B. 容量瓶      C. 蒸发皿      D. 移液管

(2) 将 CuO 加入到适量的稀硫酸中，加热，其主要反应的化学方程式为\_\_\_\_\_，与直接用废铜和浓硫酸反应相比，该方法的优点是\_\_\_\_\_。

(3) 待 CuO 完全反应后停止加热，边搅拌边加入适量  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，冷却后用  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  调 pH 为 3.5~4，再煮沸 10 min，冷却后过滤。滤液经如下实验操作：加热蒸发、冷却结晶、\_\_\_\_\_、乙醇洗涤、\_\_\_\_\_，得到胆矾。其中，控制溶液 pH 为 3.5~4 的目的是\_\_\_\_\_，煮沸 10 min 的作用是\_\_\_\_\_。

(4) 结晶水测定：称量干燥坩埚的质量为  $m_1$ ，加入胆矾后总质量为  $m_2$ ，将坩埚加热至胆矾全部变为白色，置于干燥器中冷至室温后称量，重复上述操作，最终总质量恒定为  $m_3$ 。根据实验数据，胆矾分子中结晶水的个数为\_\_\_\_\_ (写表达式)。

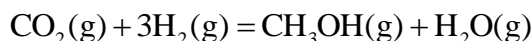
(5) 下列操作中，会导致结晶水数目测定值偏高的是\_\_\_\_\_ (填标号)。

①胆矾未充分干燥      ②坩埚未置于干燥器中冷却      ③加热时有少胆矾迸溅出来

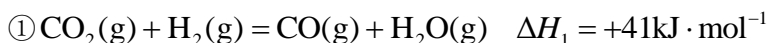
28. (14 分)

二氧化碳催化加氢制甲醇，有利于减少温室气体二氧化碳。回答下列问题：

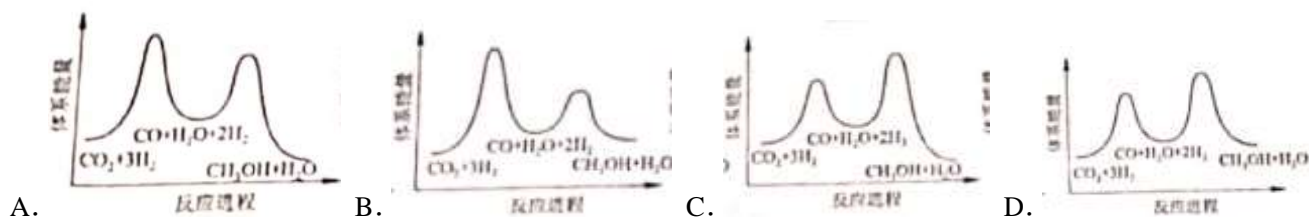
(1) 二氧化碳加氢制甲醇的总反应可表示为：



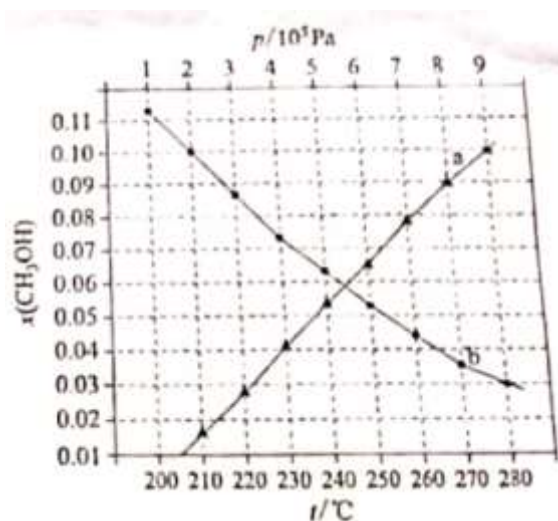
该反应一般认为通过如下步骤来实现：



总反应的  $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；若反应①为慢反应，下列示意图中能体现上述反应能量变化的是         （填标号），判断的理由是                        。



(2) 合成总反应在起始物  $n(\text{H}_2)/n(\text{CO}_2) = 3$  时，在不同条件下达到平衡，设体系中甲醇的物质的量分数为  $x(\text{CH}_3\text{OH})$ ，在  $t = 250^\circ\text{C}$  下的  $x(\text{CH}_3\text{OH}) \sim p$ 、在  $p = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$  下的  $x(\text{CH}_3\text{OH}) \sim t$  如图所示。



①用各物质的平衡分压表示总反应的平衡常数，表达式  $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

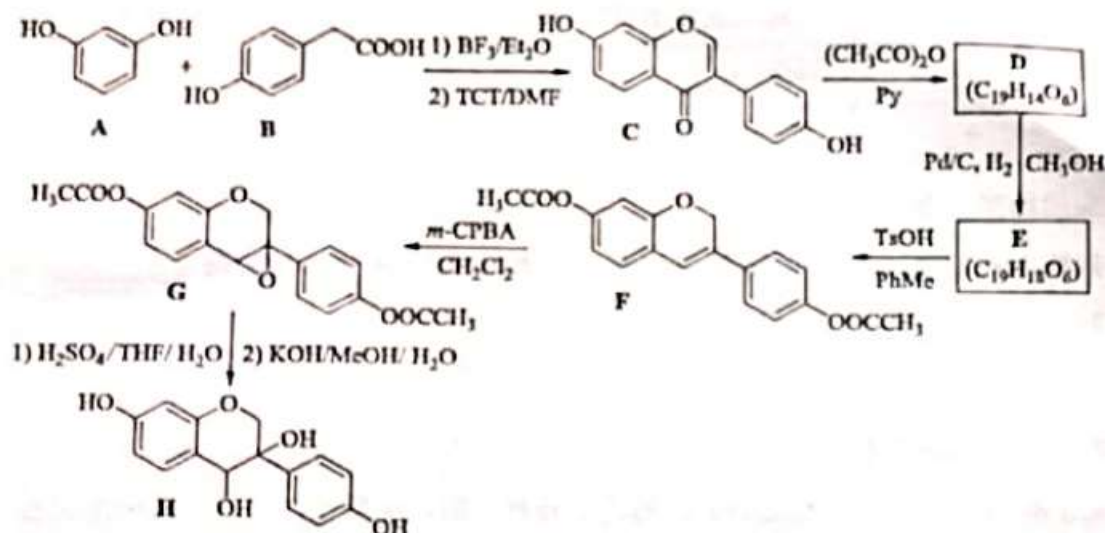
②图中对应等压过程的曲线是        ，判断的理由是                        ；

③当  $x(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.10$  时， $\text{CO}_2$  的平衡转化率  $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$ ，反应条件可能为        或        。

(二) 选考题：共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做，则每学科按所做的第一题计分。

### 36. [化学—选修 5：有机化学基础] (15 分)

近年来，以大豆素（化合物 C）为主要成分的大豆异黄酮及其衍生物，因其具有优良的生理活性而备受关注。大豆素的合成及其衍生化的一种工艺路线如下：



回答下列问题：

(1) A 的化学名称为\_\_\_\_\_。

(2) 1mol D 反应生成 E 至少需要\_\_\_\_\_ mol 氢气。

(3) 写出 E 中任意两种含氧官能团的名称\_\_\_\_\_。

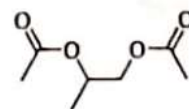
(4) 由 E 生成 F 的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(5) 由 G 生成 H 分两步进行：反应 1) 是在酸催化下水与环氧化合物的加成反应，则反应 2) 的反应类型为\_\_\_\_\_。

(6) 化合物 B 的同分异构体中能同时满足下列条件的有\_\_\_\_\_ (填标号)。

- a. 含苯环的醛、酮
- b. 不含过氧键 ( $-\text{O}-\text{O}-$ )
- c. 核磁共振氢谱显示四组峰，且峰面积比为 3 : 2 : 2 : 1

A. 2 个      B. 3 个      C. 4 个      D. 5 个



(7) 根据上述路线中的相关知识，以丙烯为主要原料用不超过三步的反应设计合成：\_\_\_\_\_。