

2024 年普通高中学业水平选择性考试(河北卷)

化学

本试卷满分 100 分，考试时间 75 分钟。

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 O-16 F-19 Cl-35.5 K-39 Cr-52 Br-80 Bi-209

一、选择题：本题共 14 小题，每小题 3 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。

1. 燕赵大地历史悠久，文化灿烂。对下列河北博物院馆藏文物的说法错误的是



战国官门青铜铺首



西汉透雕白玉璧




五代彩绘石质浮雕



元青花釉里红瓷盖罐

- A. 青铜铺首主要成分是铜锡合金
B. 透雕白玉璧主要成分是硅酸盐
C. 石质浮雕主要成分是碳酸钙
D. 青花釉里红瓷盖罐主要成分是硫酸钙

2. 关于实验室安全，下列表述错误的是

- A. BaSO_4 等钡的化合物均有毒，相关废弃物应进行无害化处理
B. 观察烧杯中钠与水反应的实验现象时，不能近距离俯视
C. 具有  标识的化学药品为易燃类物质，应注意防火
D. 硝酸具有腐蚀性和挥发性，使用时应注意防护和通风

3. 高分子材料在生产、生活中得到广泛应用。下列说法错误的是

- A. 线型聚乙烯塑料为长链高分子，受热易软化
B. 聚四氟乙烯由四氟乙烯加聚合成，受热易分解
C. 尼龙 66 由己二酸和己二胺缩聚合成，强度高、韧性好
D. 聚甲基丙烯酸酯(有机玻璃)由甲基丙烯酸酯加聚合成，透明度高

4. 超氧化钾(KO_2)可用作潜水或宇航装置的 CO_2 吸收剂和供氧剂，反应为

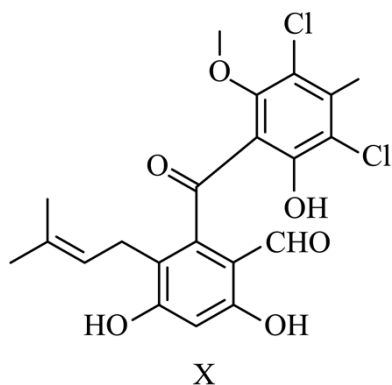
$4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2$ ， N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 44g CO_2 中 σ 键的数目为 $2N_A$
B. 1mol KO_2 晶体中离子的数目为 $3N_A$

C. $1\text{L}1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{CO}_3$ 溶液中 CO_3^{2-} 的数目为 N_A

D. 该反应中每转移 1mol 电子生成 O_2 的数目为 $1.5N_A$

5. 化合物 X 是由细菌与真菌共培养得到的一种天然产物，结构简式如图。下列相关表述错误的是



A. 可与 Br_2 发生加成反应和取代反应

B. 可与 FeCl_3 溶液发生显色反应

C. 含有 4 种含氧官能团

D. 存在顺反异构

6. 下列实验操作及现象能得出相应结论的是

选项	实验操作及现象	结论
A	还原铁粉与水蒸气反应生成的气体点燃后有爆鸣声	H_2O 具有还原性
B	待测液中滴加 BaCl_2 溶液，生成白色沉淀	待测液含有 SO_4^{2-}
C	$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 中均分别加入 NaOH 溶液和盐酸， $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 只溶于盐酸， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 都能溶	$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 比 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 碱性强
D	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中滴加 NaOH 溶液，溶液由橙色变为黄色	增大生成物的浓度，平衡向逆反应方向移动

A. A

B. B

C. C

D. D

7. 侯氏制碱法工艺流程中的主反应为 $\text{QR} + \text{YW}_3 + \text{XZ}_2 + \text{W}_2\text{Z} = \text{QWXZ}_3 + \text{YW}_4\text{R}$ ，其中 W、X、Y、Z、

Q、R 分别代表相关化学元素。下列说法正确的是

A. 原子半径： $\text{W} < \text{X} < \text{Y}$

B. 第一电离能： $\text{X} < \text{Y} < \text{Z}$

C. 单质沸点: $Z < R < Q$

D. 电负性: $W < Q < R$

8. 从微观视角探析物质结构及性质是学习化学的有效方法。下列实例与解释不符的是

选项	实例	解释
A	原子光谱是不连续的线状谱线	原子的能级是量子化的
B	CO_2 、 CH_2O 、 CCl_4 键角依次减小	孤电子对与成键电子对的斥力大于成键电子对之间的斥力
C	CsCl 晶体中 Cs^+ 与 8 个 Cl^- 配位, 而 NaCl 晶体中 Na^+ 与 6 个 Cl^- 配位	Cs^+ 比 Na^+ 的半径大
D	逐个断开 CH_4 中的 C-H 键, 每步所需能量不同	各步中的 C-H 键所处化学环境不同

A. A

B. B

C. C

D. D

9. NH_4ClO_4 是火箭固体燃料重要的氧载体, 与某些易燃物作用可全部生成气态产物, 如:

$\text{NH}_4\text{ClO}_4 + 2\text{C} = \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$ 。下列有关化学用语或表述正确的是

A. HCl 的形成过程可表示为 $\text{H} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}} \cdot \rightarrow \text{H}^+ [\ddot{\text{Cl}}:]^-$

B. NH_4ClO_4 中的阴、阳离子有相同的 VSEPR 模型和空间结构

C. 在 C_{60} 、石墨、金刚石中, 碳原子有 sp 、 sp^2 和 sp^3 三种杂化方式

D. NH_3 和 CO_2 都能作制冷剂是因为它们有相同类型的分子间作用力

10. 图示装置不能完成相应气体的发生和收集实验的是(加热、除杂和尾气处理装置任选)



选项	气体	试剂

A	SO ₂	饱和 Na ₂ SO ₃ 溶液+浓硫酸
B	Cl ₂	MnO ₂ +浓盐酸
C	NH ₃	固体 NH ₄ Cl+ 熟石灰
D	CO ₂	石灰石+稀盐酸

A. A

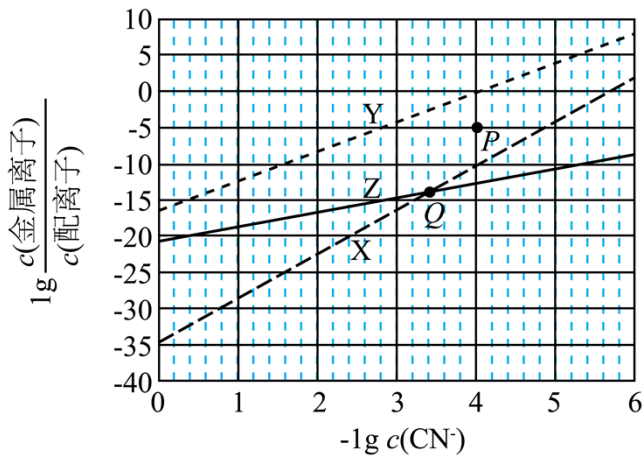
B. B

C. C

D. D

11. 在水溶液中，CN⁻可与多种金属离子形成配离子。X、Y、Z三种金属离子分别与CN⁻形成配离子达

平衡时， $\lg \frac{c(\text{金属离子})}{c(\text{配离子})}$ 与 $-\lg c(\text{CN}^-)$ 的关系如图。



下列说法正确的是

A. 99%的X、Y转化为配离子时，两溶液中CN⁻的平衡浓度： $X > Y$

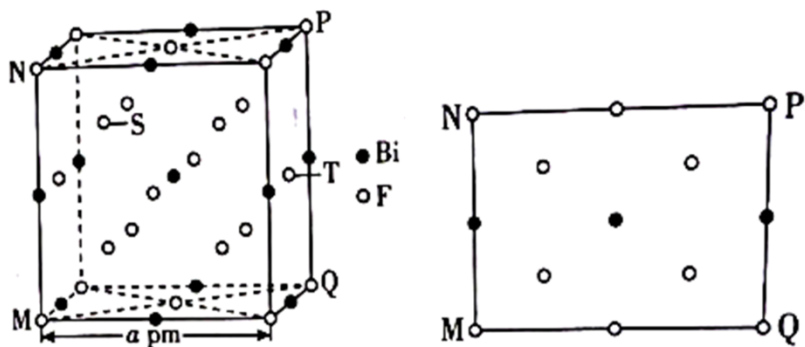
B. 向Q点X、Z的混合液中加少量可溶性Y盐，达平衡时 $\frac{c(X)}{c(X\text{配离子})} > \frac{c(Z)}{c(Z\text{配离子})}$

C. 由Y和Z分别制备等物质的量的配离子时，消耗CN⁻的物质的量： $Y < Z$

D. 若相关离子的浓度关系如P点所示，Y配离子的解离速率小于生成速率

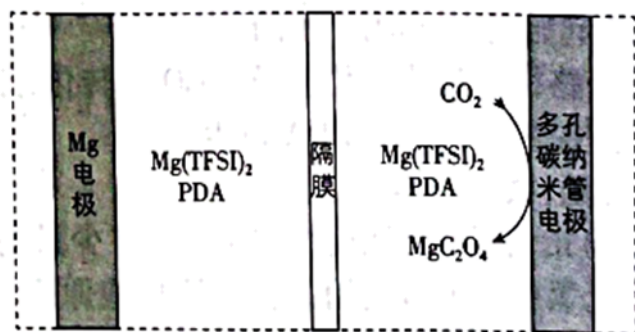
12. 金属铋及其化合物广泛应用于电子设备、医药等领域。如图是铋的一种氟化物的立方晶胞及晶胞中

MNPQ点的截面图，晶胞的边长为 $a\text{pm}$ ， N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是



- A. 该铋氟化物的化学式为 BiF_3
- B. 粒子 S、T 之间的距离为 $\frac{\sqrt{11}}{4}a\text{pm}$
- C. 该晶体的密度为 $\frac{1064}{N_A \times a^3 \times 10^{-30}} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- D. 晶体中与铋离子最近且等距的氟离子有 6 个

13. 我国科技工作者设计了如图所示的可充电 $\text{Mg}-\text{CO}_2$ 电池，以 $\text{Mg}(\text{TFSI})_2$ 为电解质，电解液中加入 1, 3-丙二胺(PDA)以捕获 CO_2 ，使放电时 CO_2 还原产物为 MgC_2O_4 。该设计克服了 MgCO_3 导电性差和释放 CO_2 能力差的障碍，同时改善了 Mg^{2+} 的溶剂化环境，提高了电池充放电循环性能。

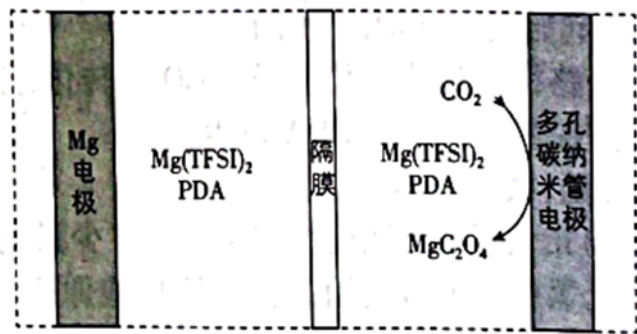


下列说法错误的是

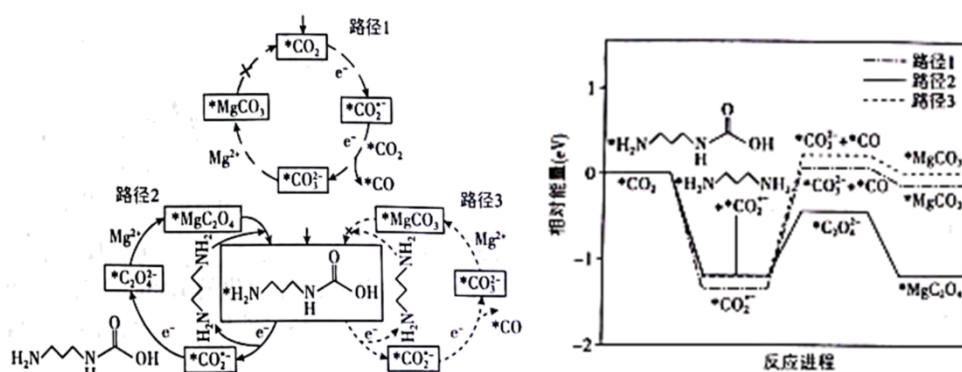
- A. 放电时，电池总反应为 $2\text{CO}_2 + \text{Mg} = \text{MgC}_2\text{O}_4$
- B. 充电时，多孔碳纳米管电极与电源正极连接
- C. 充电时，电子由 Mg 电极流向阳极， Mg^{2+} 向阴极迁移
- D. 放电时，每转移 1mol 电子，理论上可转化 1molCO_2

14. 我国科技工作者设计了如图所示的可充电 $\text{Mg}-\text{CO}_2$ 电池，以 $\text{Mg}(\text{TFSI})_2$ 为电解质，电解液中加入 1, 3-丙二胺(PDA)以捕获 CO_2 ，使放电时 CO_2 还原产物为 MgC_2O_4 。该设计克服了 MgCO_3 导电性差和释放

CO₂能力差的障碍，同时改善了Mg²⁺的溶剂化环境，提高了电池充放电循环性能。



对上述电池放电时CO₂的捕获和转化过程开展了进一步研究，电极上CO₂转化的三种可能反应路径及相对能量变化如图(*表示吸附态)。



下列说法错误的是

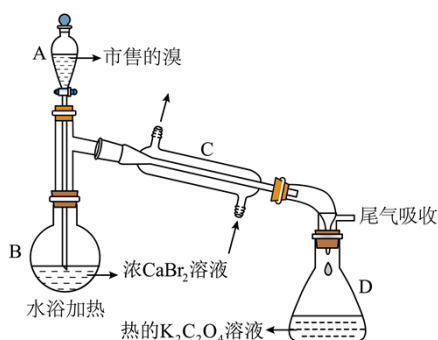
- A. PDA 捕获 CO₂ 的反应为 H2NCCCCNH2 + CO2 -> H2NCCCCNC(=O)O
- B. 路径 2 是优先路径，速控步骤反应式为 $*CO_2^{*-} + \text{H}_2\text{NCCCCNC(=O)O} + e^- \rightarrow *C_2O_4^{2-} + \text{H}_2\text{NCCCCNH}_2$

- C. 路径 1、3 经历不同的反应步骤但产物相同；路径 2、3 起始物相同但产物不同
- D. 三个路径速控步骤均涉及 *CO₂^{*} 转化，路径 2、3 的速控步骤均伴有 PDA 再生

二、非选择题：共 58 分。

15. 市售的溴(纯度 99%)中含有少量的 Cl₂ 和 I₂，某化学兴趣小组利用氧化还原反应原理，设计实验制备高纯度的溴。回答下列问题：

(1) 装置如图(夹持装置等略), 将市售的溴滴入盛有浓 CaBr_2 溶液的 B 中, 水浴加热至不再有红棕色液体馏出。仪器 C 的名称为_____ ; CaBr_2 溶液的作用为_____ ; D 中发生的主要反应的化学方程式为_____。



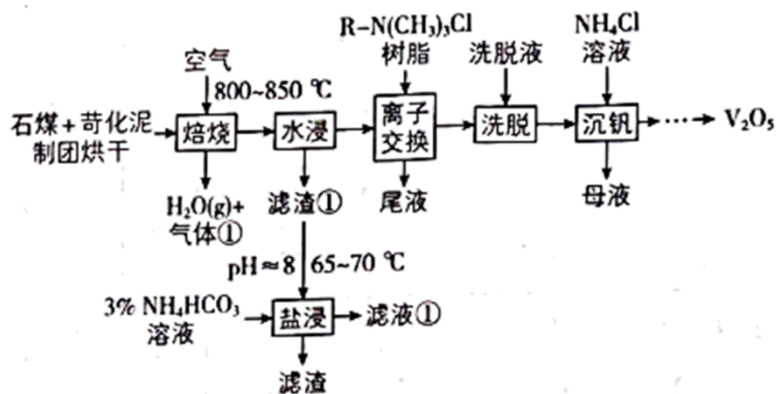
(2) 将 D 中溶液转移至_____ (填仪器名称)中, 边加热边向其中滴加酸化的 KMnO_4 溶液至出现红棕色气体, 继续加热将溶液蒸干得固体 R。该过程中生成 I_2 的离子方程式为_____。

(3) 利用图示相同装置, 将 R 和 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体混合均匀放入 B 中, D 中加入冷的蒸馏水。由 A 向 B 中滴加适量浓 H_2SO_4 , 水浴加热蒸馏。然后将 D 中的液体分液、干燥、蒸馏, 得到高纯度的溴。D 中蒸馏水的作用为_____ 和_____。

(4) 为保证溴的纯度, 步骤(3)中 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体的用量按理论所需量的 $\frac{3}{4}$ 计算, 若固体 R 质量为 m 克(以 KBr 计), 则需称取_____ $\text{gK}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ($M=294\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) (用含 m 的代数式表示)。

(5) 本实验所用钾盐试剂均经重结晶的方法纯化。其中趁热过滤的具体操作为漏斗下端管口紧靠烧杯内壁, 转移溶液时用_____ , 滤液沿烧杯壁流下。

16. V_2O_5 是制造钒铁合金、金属钒的原料, 也是重要的催化剂。以苛化泥为焙烧添加剂从石煤中提取 V_2O_5 的工艺, 具有钒回收率高、副产物可回收和不产生气体污染物等优点。工艺流程如下。



已知：i 石煤是一种含 V_2O_3 的矿物，杂质为大量 Al_2O_3 和少量 CaO 等；苛化泥的主要成分为 $CaCO_3$ 、 $NaOH$ 、 Na_2CO_3 等。

ii 高温下，苛化泥的主要成分可与 Al_2O_3 反应生成偏铝酸盐；室温下，偏钒酸钙 $[Ca(VO_3)_2]$ 和偏铝酸钙均难溶于水。回答下列问题：

(1) 钒原子的价层电子排布式为_____；焙烧生成的偏钒酸盐中钒的化合价为_____，产生的气体①为_____ (填化学式)。

(2) 水浸工序得到滤渣①和滤液，滤渣①中含钒成分为偏钒酸钙，滤液中杂质的主要成分为_____ (填化学式)。

(3) 在弱碱性环境下，偏钒酸钙经盐浸生成碳酸钒发生反应的离子方程式为_____； CO_2 加压导入盐浸工序可提高浸出率的原因为_____；浸取后低浓度的滤液①进入_____ (填工序名称)，可实现钒元素的充分利用。

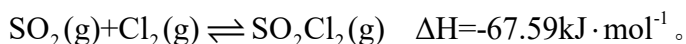
(4) 洗脱工序中洗脱液的主要成分为_____ (填化学式)。

(5) 下列不利于沉钒过程的两种操作为_____ (填序号)。

- a. 延长沉钒时间 b. 将溶液调至碱性 c. 搅拌 d. 降低 NH_4Cl 溶液的浓度

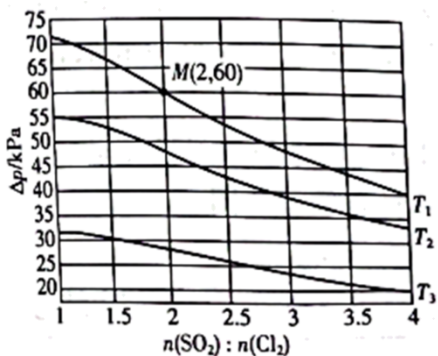
17. 氯气是一种重要的基础化工原料，广泛应用于含氯化工产品的生产。硫酰氯及 1, 4-二(氯甲基)苯等可通过氯化反应制备。

(1) 硫酰氯常用作氯化剂和氯磺化剂，工业上制备原理如下：



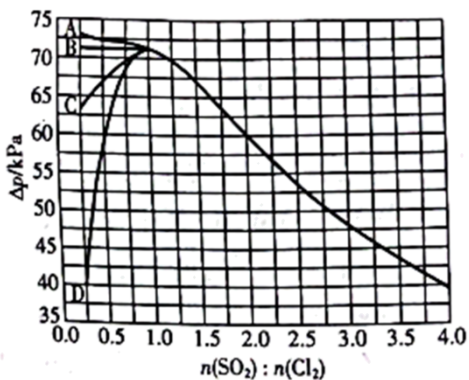
①若正反应的活化能为 $E_{\text{正}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则逆反应的活化能 $E_{\text{逆}} =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (用含 $E_{\text{正}}$ 正的代数式表示)。

②恒容密闭容器中按不同进料比充入 $SO_2(g)$ 和其 $Cl_2(g)$ ，测定 T_1 、 T_2 、 T_3 温度下体系达平衡时的 Δp ($\Delta p = p_0 - p$, p_0 为体系初始压强， $p_0 = 240 \text{ kPa}$ ， p 为体系平衡压强)，结果如图。

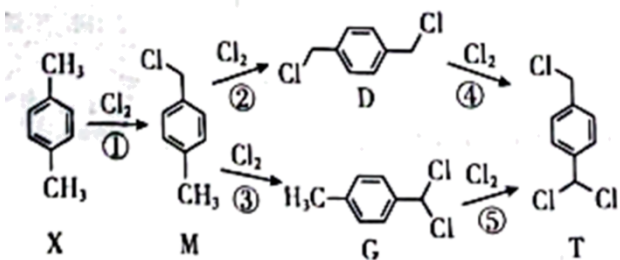


上图中温度由高到低的顺序为_____，判断依据为_____。M点Cl₂的转化率为_____，T₁温度下用分压表示的平衡常数K_p=_____kPa⁻¹。

③下图曲线中能准确表示T₁温度下Δp随进料比变化的是_____ (填序号)。



(2) 1, 4-二(氯甲基)苯(D)是有机合成中的重要中间体，可由对二甲苯(X)的氯化反应合成。对二甲苯浅度氯化时反应过程为

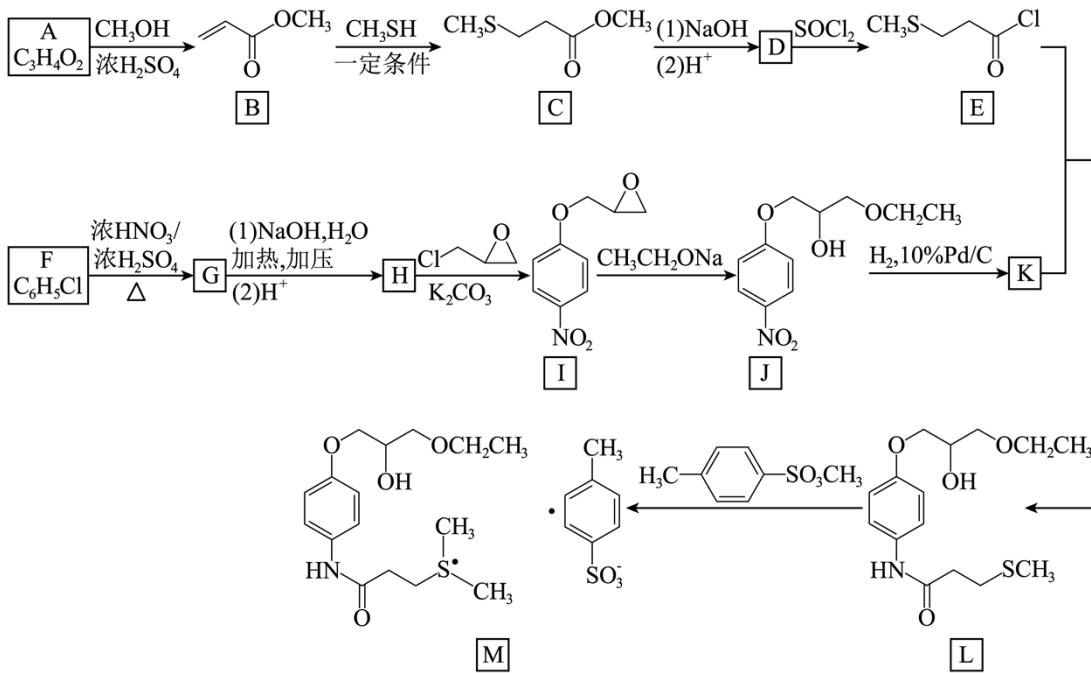


以上各反应的速率方程均可表示为 $v=kc(A)c(B)$ ，其中 $c(A)$ 、 $c(B)$ 分别为各反应中对应反应物的浓度， k 为速率常数($k_1 \sim k_5$ 分别对应反应①~⑤)。某温度下，反应器中加入一定量的X，保持体系中氯气浓度恒定(反应体系体积变化忽略不计)，测定不同时刻相关物质的浓度。已知该温度下， $k_1:k_2:k_3:k_4:k_5=100:21:7:4:23$ 。

① 30min时， $c(X)=6.80\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，且30~60min内 $v(X)=0.042\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，反应进行到60min时， $c(X)=$ _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

② 60min时， $c(D)=0.099\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，若0~60min产物T的含量可忽略不计，则此时 $c(G)=$ _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；60min后，随T的含量增加， $\frac{c(D)}{c(G)}$ _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

18. 甲磺司特(M)是一种在临床上治疗支气管哮喘、特应性皮炎和过敏性鼻炎等疾病的药物。M的一种合成路线如下(部分试剂和条件省略)。



回答下列问题：

- (1) A 的化学名称为_____。
- (2) B → C 的反应类型为_____。
- (3) D 的结构简式为_____。
- (4) 由 F 生成 G 的化学方程式为_____。
- (5) G 和 H 相比，H 的熔、沸点更高，原因为_____。
- (6) K 与 E 反应生成 L，新构筑官能团的名称为_____。
- (7) 同时满足下列条件的 I 的同分异构体共有_____种。

(a)核磁共振氢谱显示为 4 组峰，且峰面积比为 3:2:2:2；

(b)红外光谱中存在 C = O 和硝基苯基($\text{—C}_6\text{H}_4\text{—NO}_2$)吸收峰。

其中，可以通过水解反应得到化合物 H 的同分异构体的结构简式为_____。