

中国科学院大学
2020 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题
科目名称：化学专业综合

考生须知：

1. 本科目满分 150 分。本命题科目试题总分为 360 分，其中无机化学、分析化学、有机化学和物理化学的试题小计分值各为 90 分。考生可在所有试题中任意选做分值和为 150 分的试题并明确标示。如果选做的试题分值和超过 150 分，判卷将按照所选做试题的题号顺序依次判卷直到所做题目分值和超过 150 分的题目的前一题。后面所做试题视作无效考试内容。全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上无效。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。

第一部分 无机化学

一、填空题（每空 1 分，共 15 分）

1. 正高碘酸的酸根离子的空间构型为(1)，其中碘原子的杂化方式为(2)，高碘酸具有强(3)性。
2. 马氏试砷法中，把含砷的样品与锌和盐酸作用，产生分子式为(4)的气体，气体受热，在玻璃管中出现(5)。
3. 116 号元素可能的电子结构是(6)，在周期表中的位置为(7)。
4. 已知 $\Delta_f G_m^\theta(\text{AgBr}) = -96.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\Delta_f G_m^\theta(\text{Ag}^+) = 77.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\Delta_f G_m^\theta(\text{Br}^-) = -104 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则 $\text{AgBr(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Br}^-$ 的 $\Delta_r G_m^\theta$ 为(8)， AgBr 的 K_{sp}^θ 为(9)。
5. H_2S 的 $K_{a1}=10^{-7}$ ， $K_{a2}=10^{-14}$ ，在 H_2S 饱和溶液 ($0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 中加入盐酸，使溶液中盐酸的浓度为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则此时溶液中的 $[\text{S}^{2-}] = \text{(10) } \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
6. 写出下列物质的化学式和颜色：
铅丹(11)，其颜色为：(12)；密陀僧(13)其颜色为：(14)。
7. 氮化物(15)即可以有石墨结构，也可以有金刚石结构。

二、选择题（每题 2 分，共 30 分）

1. 下列物质碱性递减顺序正确的是（ ）

(A) NH_3 , NH_2OH , N_2H_4 , NF_3

(B) NH_3 , N_2H_4 , NH_2OH , NF_3

- (C) NH_3 , NF_3 , NH_2OH , N_2H_4 (D) NH_3 , NF_3 , N_2H_4 , NH_2OH
2. 下列路易斯酸中,酸性最强的是 ()
- (A) BF_3 (B) BCl_3 (C) BBr_3 (D) BI_3
3. 下列含氧酸的氧化性递变不正确的是 ()
- (A) $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4$ (B) $\text{H}_3\text{AsO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_4\text{SiO}_4$
(C) $\text{HClO} > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_4$ (D) $\text{HClO}_3 > \text{HBrO}_3 > \text{HIO}_3$
4. 苯酚的水溶液中存在的分子间作用力类型有 ()
- (A) 取向力, 色散力, 诱导力, 氢键 (B) 诱导力, 色散力, 氢键
(C) 取向力, 诱导力, 氢键 (D) 取向力, 色散力, 诱导力
5. 电池: $\text{Au(s)} / \text{Au}^{3+}(\text{aq}, 0.025\text{mol/L}) // \text{Au}^{3+}(\text{aq}, 0.5\text{mol/L}) / \text{Au(s)}$ 25°C 的电势为:
- (A) 0.0770 V (B) 0.0257 V (C) - 0.0257 V (D) - 0.0770 V
6. 下列叙述正确的是 ()
- (A) 非极性分子中的化学键都是非极性键
(B) 相同原子间的三键的键能等于其单键键能的三倍
(C) 原子形成共价键的最大数目, 等于该原子的未成对电子数
(D) 双原子分子中键矩等于分子的偶极矩
7. 已知巯基(-SH)与某些重金属离子形成强配位键, 下列分子中预计是重金属离子的最好的螯合剂的是 ()
- (A) $\text{CH}_3\text{-SH}$ (B) $\text{HS-CH}_2\text{-SH}$ (C) $\text{CH}_3\text{-S-S-CH}_3$ (D) $\text{HS-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SH}$
8. 下列说法中不正确的是 ()
- (A) 轨道杂化是在形成共价键时发生的
(B) 分子轨道是由同一原子中能量近似、对称性匹配的原子轨道线性组合而成
(C) O_2 的顺磁性来源于其分子轨道上的未成对电子
(D) C_2H_4 中两个碳原子间形成的 σ 键与 C_2H_6 中的强度相似, 但其中还存在 π 键, 导致碳原子间的距离更短
9. 下列路易斯酸中,酸性最强的是 ()
- (A) BF_3 (B) BCl_3 (C) BBr_3 (D) BI_3
10. 下列氢化物中不是离子型化合物的是: ()
- (A) BaH_2 (B) NaH (C) AsH_3 (D) CaH_2

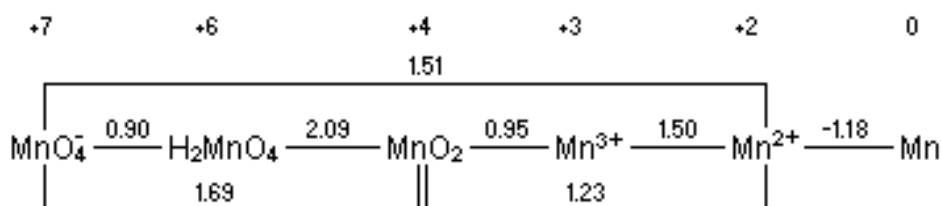
11. 制备 NO_2 时最好采用热分解的物质是 ()

- (A) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (B) NaNO_3 (C) KNO_3 (D) NH_4NO_3

12. 在热碱溶液中, Cl_2 的歧化产物为 ()

- (A) Cl^- 和 ClO^- (B) Cl^- 和 ClO_2^-
(C) Cl^- 和 ClO_3^- (D) Cl^- 和 ClO_4^-

13. 根据下面锰元素酸性环境电势图, KMnO_4 在强酸性溶液中的最稳定还原产物为 ()



- (A) MnO_2 (B) Mn^{3+} (C) Mn^{2+} (D) K_2MnO_4

14. 下列反应 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 在 298K 的标准平衡常数 $K=1.08 \times 10^{-4}$, 则当 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 风化为 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 时, 空气中的水蒸气压为 ():

- (A) 小于 1055Pa (B) 大于 2896Pa
(C) 等于 $1.112 \times 10^6 \text{Pa}$ (D) 大于 2110Pa

15. 在地球电离层中, 存在着多种阳离子, 如果下列四种离子均存在的话, 最稳定的是 ():

- (A) N_2^+ (B) Be_2^+ (C) O_2^+ (D) NO^+

三、简答题 (共 16 分)

1. (6 分) 解释以下实验现象或实验数据:

(1) 卤素分子 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 和 I_2 的离解能分别为 155 kJ/mol、240 kJ/mol、190 kJ/mol 和 149 kJ/mol, 简要说明为什么 F_2 的离解能小于 Cl_2 、 Br_2 , 而和 I_2 接近。

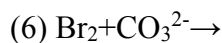
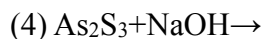
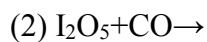
(2) 金刚石不导电, 而石墨导电。

(3) 可溶性硅酸盐加入酸生成硅酸, 但是当时未能观察到沉淀, 为什么?

2. (4 分) 请根据 B_8H_{12} 中的价轨道数和价电子数, 写出其有哪些类型的键, 每种类型各有多少?

3. (6 分) 完成并配平下列反应方程式:

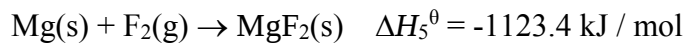
(1) $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$



四、综合题（共 29 分）

1. （10 分）向 Ag_2CrO_4 饱和水溶液中加入足量的固体饱和 AgNO_3 或 Na_2CrO_4 使它们的浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，分别计算 Ag_2CrO_4 在纯水或在足量 AgNO_3 或 Na_2CrO_4 试剂存在时的溶解度。已知 Ag_2CrO_4 的浓度积 $K_{\text{sp}} = 1.12 \times 10^{-12}$ 。

2. （9 分）已知下列信息：



请通过 Born Haber 循环计算 $\text{MgF}_2(\text{s})$ 的晶格能。

3. （10 分）计算 0.10 mol/dm^3 Na_2S 水溶液中的 $[\text{S}^{2-}]$ 、 $[\text{HS}^-]$ 、 $[\text{OH}^-]$ 以及 S^{2-} 的电离度。已知 H_2S 的离解常数 $K_{\text{a1}} = 8.9 \times 10^{-8}$ ， $K_{\text{a2}} = 1.2 \times 10^{-13}$ 。

第二部分 分析化学

一、填空题：（每空 1 分，共 30 分）

1. 若溶液 $\text{pH}=7.032$, 则 $[\text{H}^+]$ 的计算结果有效数字应保留 (1) 位; $3.45 \times 10^4 \mu\text{g}$ 为 (2) 位有效数字。
2. 分析检测过程中的系统误差是由某些确定原因引起, 它具有 (3) 性、(4) 性和可测性, 如方法误差、仪器误差、试剂误差和操作误差等; 系统误差可以通过 (5) 的方法予以减少或者消除。分析检测过程中的偶然误差也叫随机误差, 无法避免、不可校正, 服从统计规律, 可由 (6) 予以压制。
3. 容量分析也称 (7) 分析, 其误差的主要来源分别是 (8)、量器误差、(9) 和离子活度的影响等。
4. 在气相色谱分析中, 色谱柱长从 1 米增加到 4 米, 其它条件不变, 则分离度增加到 (10) 倍。气相色谱分析过程中按照一定的速度提高柱温的方法称为 (11), 适合分离宽沸程的样品。在高效液相色谱分析中为改善组分性质差异较大样品的分离常采用 (12) 的方法。
5. 分析仪器的 (13) 是指仪器对某组分的单位浓度或质量的响应幅度, (14) 是指仪器能检测到的最低样品质量或浓度, (15) 则是反映仪器对输入的样品产生反应的快慢程度; (16) 是指仪器鉴别由两相近组分产生信号的能力。
6. 电分析化学是基于物质在电化学池中的电化学性质及其变化规律进行分析的一种方法, 通常以 (17)、(18)、(19) 和电导等电化学参数与被测物质的量之间的关系作为计量基础。
7. 光谱分析方法中, 单色光一般是让白色光通过一些特殊的光学器件而获得具有 (20) 的连续光, 常见的这类光学器件有: (21)、(22)、滤光片等。
8. 在毛细管电泳中, 表观淌度是离子的 (23) 和背景电解质溶液的 (24) 的矢量和。当由毛细管的阳极端进样, 阴极端检测时, 组分的出峰次序是 (先) (25)、中性分子、(26) (后)。
9. 质谱仪分别由进样系统、(27)、(28)、(29)、(30) 及控制和数据处理系统组成。

二、概念题或名词解释（每题 3 分，共 30 分）

1. 重量分析法
2. 固相微萃取 (SPME)
3. 斯托克斯位移 (Stokes shift)
4. 化学发光分析法
5. 荧光量子产率
6. 红外活性振动

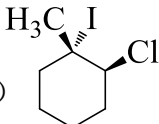
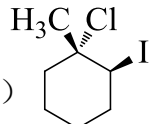
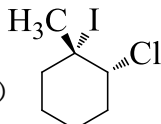
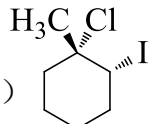
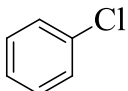
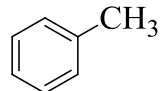
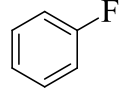
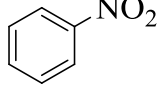
7. 冷冻电镜技术
8. 核磁共振波谱法
9. 离子交换色谱
10. (色谱) 分离度 (可直接写出公式)

三、简答与计算题 (每题 6 分, 共 30 分)

1. 说明在测量中准确度和精密度的区别和联系, 分别用什么来表示?
2. 请列举至少三种基于吸收光谱的分析方法, 并简述这些方法分别基于什么能级的跃迁。简述吸收光谱法的定量分析的依据是什么?
3. 离子选择性电极的工作原理是什么? 画出其基本结构示意图并指出各部分名称。
4. 什么是 LC-MS? 其有哪些优势? 现代 LC-MS 仪器能给出哪些谱图?
5. 人体血液的 pH 约为 7.40, 请计算血液中 H_2CO_3 , HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 的分布系数, 说明哪种离子为主要存在形式? ($K_{a1}=4.2\times 10^{-7}$, $K_{a2}=5.6\times 10^{-11}$)。

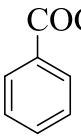
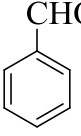
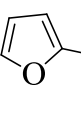
第三部分 有机化学

一、选择题（每题 1 分，共 15 分）

- 下列化合物的分子量相近，指出它们中哪一个沸点最低（ ）
(A) 丁醛 (B) 正丁醇 (C) 正戊烷 (D) 丙酸
- 下列化合物中有顺反异构体的是（ ）
(A) 1,4-戊二烯 (B) 2,3-戊二烯 (C) 烯丙基乙炔 (D) 丙烯基乙炔
- 下列醇与卢卡斯试剂反应时活性最高的是（ ）
(A) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (B) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$
(C) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ (D) $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$
- 实验室可以使用溴化钠、浓硫酸和乙醇来制备溴乙烷，在这一过程中会产生一些副产物。指出下面化合物中哪一个不是这一合成方法的副产物（ ）
(A) 乙烯 (B) 乙炔 (C) 乙醚 (D) 二氧化硫
- 由对氯甲苯合成对氯间氨基苯甲酸的正确合成路线是（ ）
(A) 先氧化，再硝化，最后还原 (B) 先硝化，再还原，最后氧化
(C) 先硝化，再氧化，最后还原 (D) 不能合成
- 1-甲基环己烯与 ICl 反应的主产物是（ ）
(A)  (±) (B)  (±) (C)  (±) (D)  (±)
- 在 $^1\text{H-NMR}$ 谱图中，共振信号会分裂为双重峰的是（ ）
(A) CH_3Cl (B) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ (C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (D) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCl}$
- 下列化合物中，不能发生 Friedel-Crafts 反应的是（ ）
(A)  (B)  (C)  (D) 
- 下列反应均涉及到一个碳正离子的重排，如迁移碳是手性碳，则在迁移过程中手性碳的构型发生翻转的是（ ）
(A) Beckmann 重排 (B) Baeyer-Villiger 氧化
(C) Pinacol 重排 (D) 加热条件下， $\text{C}(1,3)\sigma$ 同面迁移
- 按照 Woodward-Hofmann 规则，含 $4n+2$ 个价电子的共轭烯烃在电环化反应时（ ）

- (A) 热反应按顺旋方式进行, 光反应按对旋方式进行
 (B) 热反应按对旋方式进行, 光反应按顺旋方式进行
 (C) 热反应和光反应都按顺旋方式进行
 (D) 热反应和光反应都按对旋方式进行

11. 下列化合物不能发生 Cannizzaro 反应的是 ()

- (A) HCHO (B)  (C)  (D) 

12. 苯酚用稀硝酸硝化可生成邻硝基苯酚和对硝基苯酚, 分离这两个产物的方法是 ()

- (A) 过滤 (B) 分馏 (C) 水蒸气蒸馏 (D) 萃取分离

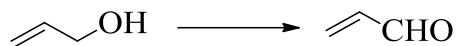
13. 下列化合物具有芳香性的是 ()

- (A) 环丙烯酮 (B) 环戊二烯 (C) 环辛四烯 (D) 10-轮烯

14. 下列化合物不发生卤仿反应的是 ()

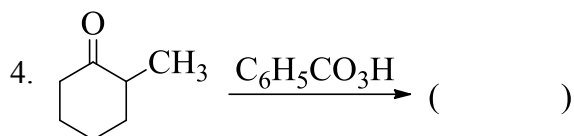
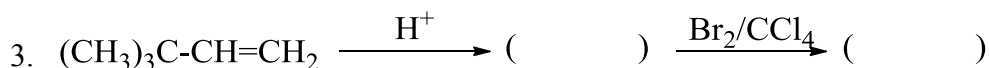
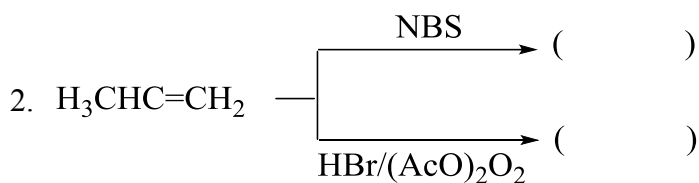
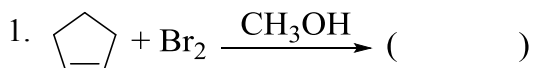
- (A) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (B) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$
 (C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (D) CH_3CHO

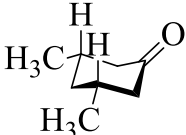
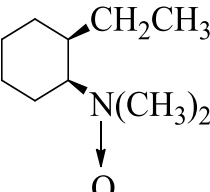
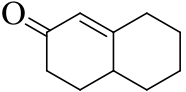
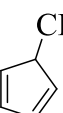
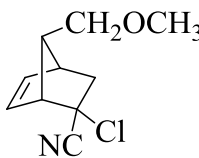
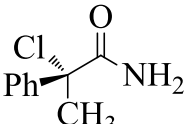
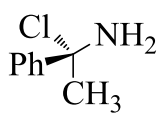
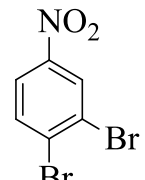
15. 实现下列转化应选择 ()



- (A) $\text{KMnO}_4 + \text{H}^+$ (B) HIO_4 (C) $\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}^+$ (D) 新制备的 MnO_2

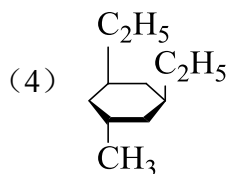
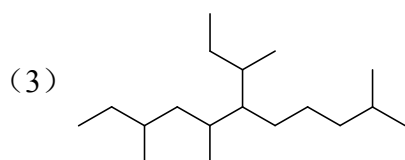
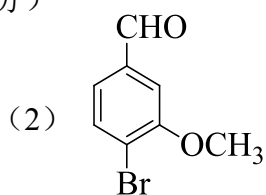
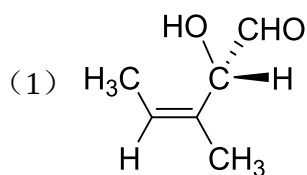
二、填空题, 如有立体化学问题, 请注明 (每空 1 分, 共 15 分)



5.  $\xrightarrow{\text{LiAlH}_4}$ ()
6. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_3$
 $\quad \quad \quad \text{N}(\text{CH}_2)_3\text{OH}$
 $\quad \quad \quad \oplus \quad \ominus$ $\xrightarrow{\Delta}$ ()
7.  $\xrightarrow{\Delta}$ ()
8.  + $\text{CH}_3\text{MgI} \xrightarrow{\text{CuI (少量)}} \xrightarrow{\text{H}_3\text{O}^+}$ ()
9.  $\xrightarrow{\text{NaOEt}}$ () $\xrightarrow{\quad}$  $\xrightarrow{\quad}$ 
10.  $\xrightarrow{\quad}$ 
11.  $\xrightarrow{\text{CH}_3\text{NH}_2, \Delta}$ ()

三、简答题 (共 38 分)

1. 写出下列化合物的中文命名。(4 分)



2. 比较下列化合物酸性大小。(2 分)

a. CH_3COOH

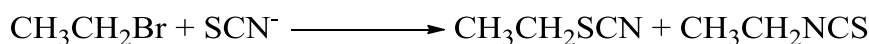
b. $\text{HC}\equiv\text{CH}$

c. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

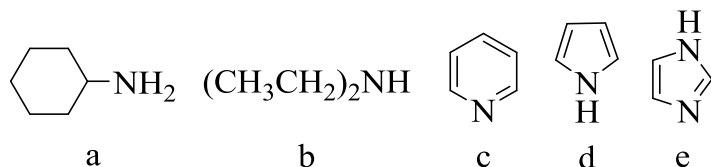
d. $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$

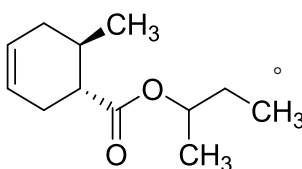
e. $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

3. 下面反应中，哪种产物为主？为什么？（2分）

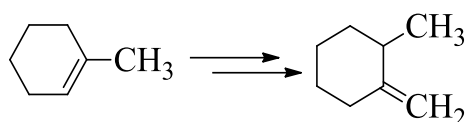


4. 指出下列化合物碱性顺序（由大到小）。（2分）

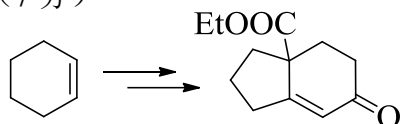


5. 以丁二烯及不超过4个碳的有机化合物为原料合成 。（5分）

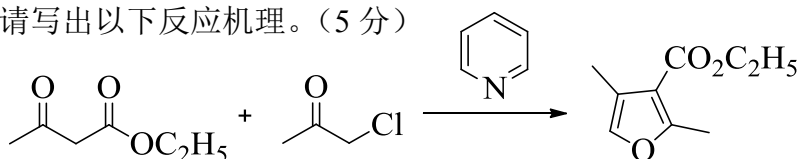
6. 选用合适的原料，完成目标化合物的合成。（5分）



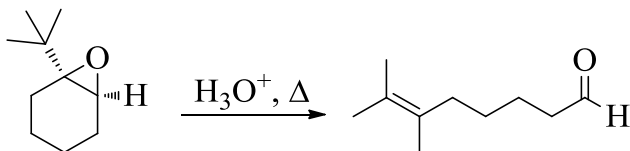
7. 用不多于3个碳原子的有机化合物作为辅助原料，完成从环己烯到目标化合物的合成。（7分）



8. 请写出以下反应机理。（5分）



9. 请写出以下反应机理。（6分）



四、综合题（共22分）

1. 一个中性化合物，分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{13}\text{O}_2\text{Br}$ ，不能形成脎及苯腙衍生物，其红外光谱在 $2850\sim 2950\text{ cm}^{-1}$ 有吸收，但 3000 cm^{-1} 以上没有吸收峰，另一强吸收峰为 1740 cm^{-1} 。 δ_{H} (ppm): 1.0 (t, 3H), 1.3 (d, 6H), 2.1 (m, 2H), 4.2 (t, 1H), 4.6 (m, 1H)。推断该化合物的结构式，并指定谱图各峰的归属。（11分）

2. 某化合物 A ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}$) 加热至 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 时异构化得到化合物 B。用臭氧作用时，A 产生甲醛，没有乙醛；而 B 产生乙醛，无甲醛。B 可溶于稀 NaOH 中，并可被二氧化碳再沉淀。此溶液用苯甲酰氯处理时得到 C ($\text{C}_{17}\text{H}_{16}\text{O}_2$)。KMnO₄ 氧化 B 得到水杨酸 (o-羟基苯甲酸)。试确定化合物 A-C 的结构，并写出各步的变化过程。（11分）

第四部分 物理化学

一、填空题（每空 1 分，20 分）

1. 将系统和环境作为一个整体,称为—— (1) 系统,判定其自发变化的判据是 (2)。
2. 非理想气体与理想气体的偏差可用 (3) 因子表示,其表达式为: (4)。
3. 二元合金处于低共熔温度时,系统的自由度 f 为 (5); 298 K, 葡萄糖水溶液与纯水达到渗透平衡时,整个体系的自由度为 (6)。
4. 热力学第一定律描述了体系 (7) 与环境交换的 (8) 之间的关系,是能量守恒与转化原理在热力学体系上的具体形式。
5. 多组分多相体系达到平衡的条件: (9)、(10)、(11)。
6. 1 mol 单原子理想气体从 p_1 、 T_1 、 V_1 等容冷却到 p_2 、 T_2 、 V_1 , 则过程的 ΔU (12) 0, ΔS (13) 0, ΔW (14) 0。(填<、> 或 =)
7. 可逆电池是一种理想的电池,在相同条件下,可逆电池的 (15) 最大,可以做出最大的 (16)。
8. 一个化学反应经一次碰撞后,在一次化学行为中就能完成从反应物到生成物的转变,这种反应称为 (17),其反应速率与 (18) 乘积成正比。
9. 动力学基本理论包括 (19)、(20) 等。

二、单项选择题（每题 2 分，30 分）

1. 1 atm 下, $C(\text{石墨}) + O_2 = CO_2(g)$ 的反应热为 $\Delta_r H_m^\theta$, 下列说法错误的是 ()
(A) $\Delta_r H_m^\theta$ 就是 $CO_2(g)$ 的生成焓 $\Delta_f H_m^\theta$
(B) $\Delta_r H_m^\theta$ 是 $C(\text{石墨})$ 的燃烧焓
(C) $\Delta_r H_m^\theta = \Delta_r U_m^\theta$
(D) $\Delta_r H_m^\theta > \Delta_r U_m^\theta$
2. 有四杯含不同溶质、相同质量摩尔浓度 ($m = 1 \text{ mol kg}^{-1}$) 的水溶液, 分别测定其沸点, 沸点升高最多的是 ()
(A) $Al(NO_3)_3$ (B) $Mg(NO_3)_2$ (C) KNO_3 (D) $C_6H_5NO_2$
3. 在等温等压下, 溶剂 A 和溶质 B 形成的一定浓度的稀溶液, 若采用不同浓度表示, 则关于溶液中 A 和 B 描述, 说法正确的是 ()
(A) 活度不变 (B) 标准化学势不变 (C) 活度因子不变 (D) 化学势不变
4. 某实际气体反应的平衡常数用逸度系数表示为 K_f^θ , 则 K_f^θ 与下述物理量中有关的是 ()
(A) 系统总压 (B) 催化剂 (C) 温度 (D) 惰性气体的数量

5. 对于恒沸混合物, 下列说法错误的是 ()
- (A) 不具有确定的组成
(B) 平衡时气相和液相组成相等
(C) 其沸点随外压的改变而改变
(D) 与化合物一样具有确定的组成
6. 下列各系统中属于独立子系统的是 ()
- (A) 绝对零度的晶体 (B) 理想液态混合物 (C) 纯气体 (D) 理想气体混合物
7. 在 298 K 时, 在含下列离子的无限稀释的溶液中, 离子摩尔电导率最大的是 ()
- (A) Al^{3+} (B) Mg^{2+} (C) H^+ (D) K^+
8. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的化学势 μ 与 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 的化学势 μ_+ 、 μ_- 之间的关系为 ()
- (A) $\mu = \mu_+ + \mu_-$ (B) $\mu = 2\mu_+ + 3\mu_-$ (C) $\mu = 3\mu_+ + 2\mu_-$ (D) $\mu = \mu_+ \cdot \mu_-$
9. 298 K 时, 要使下列电池成为自发电池,
- $$\text{Na (Hg)} (a_1) \mid \text{Na}^+ (\text{aq}) \mid \text{Na (Hg)} (a_2)$$
- 则必须使两个活度的关系满足 ()
- (A) $a_1 < a_2$ (B) $a_1 = a_2$ (C) $a_1 > a_2$ (D) a_1 和 a_2 可以取任意值
10. 如果规定标准氢电极的电极电势为 1 V, 则可逆电极的电极电势值 ϕ^θ 和电池的电动势 E^θ 值将发生的变化为 ()
- (A) ϕ^θ 和 E^θ 各增加 1 V (B) ϕ^θ 和 E^θ 各减小 1 V
(C) E^θ 不变, ϕ^θ 增加 1 V (D) 和 E^θ 不变, ϕ^θ 减小 1 V
11. 在等温等压下, 原电池可逆放电, 电池反应的焓变 $\Delta_r H_m$ 与等压可逆热效应 Q_p 的关系为 ()
- (A) $\Delta_r H_m > Q_p$ (B) $\Delta_r H_m < Q_p$ (C) $\Delta_r H_m = Q_p$ (D) 不能确定
12. 电解时, 在电极上首先发生氧化反应的是 ()
- (A) 标准还原电极电势最大者
(B) 标准还原电极电势最小者
(C) 考虑极化后实际析出电极电势最大者
(D) 考虑极化后实际析出电极电势最小者
13. 某一反应在一定条件下的平衡转化率为 50%, 当加入合适的催化剂后, 反应速率提高 20 倍, 其平衡转化率将 ()

(A) 大于 50% (B) 小于 50% (C) 不变 (D) 不能确定

14. 某二级反应, 反应消耗 $1/3$ 需时间 10 min, 若再消耗 $1/3$ 还需时间为 ()

(A) 10 min (B) 20 min (C) 30 min (D) 60 min

15. 某等容反应的热效应为 $Q_V = 50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则反应的实验活化能 E_a 值为 ()

(A) $E_a \geq 50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (B) $E_a < 50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (C) $E_a = -50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (D) 无法确定

三、简答题 (10 分)

1、简述非电解质稀溶液的定义、遵循的定律及其特性。

四、计算题 (30 分)

1. (15 分) 对于如下反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{C}_6\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, 在以下两种情况下, 试计算其平衡转化率。已知: 500 K, 各物质的标准摩尔 Gibbs 自由能分别为 $\Delta_f G_m^\theta(\text{CH}_4, \text{g}) = -33.08 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta_f G_m^\theta(\text{C}_6\text{H}_6, \text{g}) = 162.0 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta_f G_m^\theta(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3, \text{g}) = 172.4 \text{ kJ mol}^{-1}$.

(1) 在 500 K 和 100 kPa 的条件下, 使用适当催化剂, 若以甲烷和苯为原料, 其摩尔比为 1: 1, 用热力学数据估算, 可能获得甲苯所占的摩尔分数。

(2) 若在 (1) 中条件下, 以甲苯和氢气为原料, 二者摩尔比为 1: 1, 试计算甲苯的平衡转化率。

2. (15 分) $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ 的热分解反应为 $2 \text{N}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, 在一定温度下, 反应的半衰期与初始压力成反比。在 970 K 时, $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ 的初始压力为 39.2 kPa, 测定半衰期为 1529 s; 在 1030 K 时, $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ 的初始压力为 48.0 kPa, 测得半衰期为 212 s。

(1) 判断该反应的级数。

(2) 计算两个温度下的速率常数。

(3) 求反应的实验活化能。

(4) 在 1030 K, 当 $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ 的初始压力为 53.3 kPa 时, 计算总压达到 64.0 kPa 所需的时间。