

# 2021 年硕士研究生招生考试（初试）试题

科目代码：618

科目名称：化学综合

- 说明：1.本试题为招生单位自命题科目。  
2.所有答案必须写在答题纸上，写在本试题单上的一律无效。  
3.考生答题时不必抄题，但必须写明题号。  
4.本试题共计 5 大题，满分 150 分。

【本试题共计 6 页，此为第 1 页】

## 一、单项选择题（每小题 2 分，共 25 小题，共 50 分。）

- 1、四份质量相等的水中，分别加入相等质量的下列物质，水溶液的凝固点最高的是（ ）。
- A. 葡萄糖（式量 180）    B. 甘油（式量 92）  
C. 蔗糖（式量 342）    D. 尿素（式量 60）
- 2、0.288 g 某溶质溶于 15.2 g 己烷  $C_6H_{14}$  中，所得溶液质量摩尔浓度为  $0.221 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，则该溶质的相对分子质量是（ ）。
- A. 85.7    B. 18.9    C. 46    D. 96
- 3、已知在 298 K 时反应  $2N_2(g) + O_2(g) = 2N_2O(g)$  的  $\Delta_r U_m^\ominus$  为  $166.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则该反应的  $\Delta_r H_m^\ominus$  为（ ）。
- A.  $164 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$     B.  $328 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$     C.  $146 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$     D.  $82 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 4、某温度下，反应  $SO_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) = SO_3(g)$  的标准平衡常数  $K^\ominus = 50$ ；在同一温度下，反应  $2SO_3(g) = 2SO_2(g) + O_2(g)$  的  $K^\ominus$  值应为（ ）。
- A. 2500    B. 100    C.  $4 \times 10^{-4}$     D.  $2 \times 10^{-2}$
- 5、已知  $\Delta_c H_m^\ominus(C, \text{石墨}) = -393.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\Delta_c H_m^\ominus(C, \text{金刚石}) = -395.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则  $\Delta_f H_m^\ominus(C, \text{金刚石})$  为（ ）。
- A.  $-789.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$     B.  $1.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$     C.  $-1.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$     D.  $789.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 6、在容器中加入相同物质的量的 NO 和  $Cl_2$ ，在一定温度下发生反应  $NO(g) + \frac{1}{2} Cl_2(g) = NOCl(g)$  达平衡，此时对有关物质的分压判断正确的是（ ）。
- A.  $p(NO) = p(Cl_2)$     B.  $p(NO) = p(NOCl)$     C.  $p(NO) < p(Cl_2)$     D.  $p(NO) > p(Cl_2)$
- 7、多电子原子中电子的能量决定于量子数（ ）。
- A.  $n$     B.  $n$  和  $l$     C.  $n$ 、 $l$  和  $m$     D.  $n$ 、 $l$ 、 $m$  和  $m_s$
- 8、在下面的外层电子构型中，第一电离能最小的可能是（ ）。

考试科目代码: 618 考试科目名称: 化学综合

A.  $2s^22p^3$                       B.  $2s^22p^5$                       C.  $2s^22p^4$                       D.  $2s^22p^6$

9、下列叙述中错误的是 ( )。

A. 单原子分子的偶极矩等于零                      B. 键矩愈大, 分子的偶极矩愈大  
C. 具有对称中心的分子, 其偶极矩等于零                      D. 分子的偶极矩是键矩的矢量和

10、下列数据中, 有效数字是 3 位的是 ( )。

A. 0.040                      B.  $6.02 \times 10^{23}$                       C. 6.023                      D.  $pK_a=4.75$

11、使下列电极反应中有关离子浓度减小一半, 而电极电势 E 值增加的是 ( )。

A.  $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$                       B.  $I_2 + 2e^- = 2I^-$   
C.  $2H^+ + 2e^- = H_2$                       D.  $Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$

12、欲使  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HAc 溶液解离度减小, pH 增大, 可以加入 ( )。

A.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HCl                      B. 固体 NaAc                      C. 固体 NaCl                      D. 水

13、已知  $Sr_3(PO_4)_2$  的溶解度为  $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则该化合物的溶度积常数为 ( )。

A.  $1.0 \times 10^{-30}$                       B.  $1.1 \times 10^{-28}$                       C.  $5.0 \times 10^{-30}$                       D.  $1.0 \times 10^{-12}$

14、 $Mn_2O_3$ 、 $MnO_2$ 、 $MnO_3$  的碱性强弱排列顺序正确的是 ( )。

A.  $MnO_3 > MnO_2 > Mn_2O_3$                       B.  $MnO_3 > Mn_2O_3 > MnO_2$   
C.  $Mn_2O_3 > MnO_3 > MnO_2$                       D.  $Mn_2O_3 > MnO_2 > MnO_3$

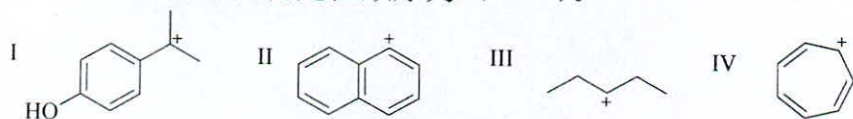
15、关于乙硼烷的结构, 下列叙述中错误的是 ( )。

A. B 原子采用  $sp^3$  杂化                      B. 含有 B-B 键  
C. 四个 B-H 键共平面                      D. 有二个三中心二电子键

16、下列碱土金属的碳酸盐中热分解温度最高的是 ( )。

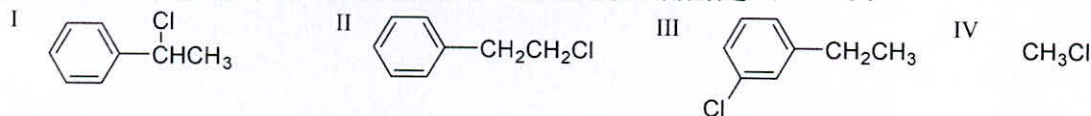
A.  $BeCO_3$                       B.  $MgCO_3$                       C.  $CaCO_3$                       D.  $BaCO_3$

17、下列碳正离子的稳定性顺序为 ( )。



A. I>II>III>IV                      B. IV > III>II > I                      C. III>II>I>IV                      D. IV > I> III>II

18、下列化合物进行  $S_N2$  反应的速率大小排列正确的是 ( )。



A. III>I>II>IV                      B. IV>II > I>III                      C. I>III>II>IV                      D. I>II>IV > III

19、下列化合物中酸性最大的是 ( )。

A.  B.  C.  $H-O-H$                       D. 

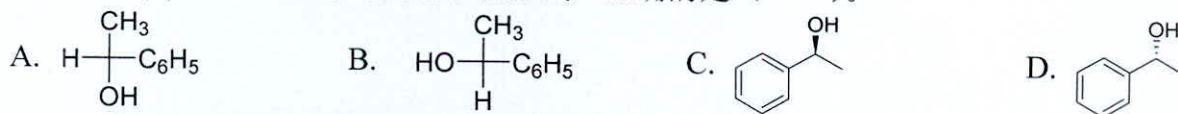
20、化合物二苯醚中存在的电子效应有 ( )。



考试科目代码: 618 考试科目名称: 化学综合

- A. 诱导、 $p-\pi$ 、 $\pi-\pi$  共轭  
 B. 诱导、 $\pi-\pi$  共轭、 $p-\pi$  共轭、 $\sigma-p$  超共轭  
 C. 诱导、 $p-\pi$  共轭、 $\sigma-\pi$  超共轭  
 D. 诱导、 $\pi-\pi$  共轭、 $\sigma-\pi$  超共轭

21、画出(S)-1-苯基乙醇的费歇尔投影式, 正确的是 ( )。



22、苯甲醛与甲醛在浓 NaOH 作用下主要生成 ( )。

- A. 苯甲醇与苯甲酸  
 B. 苯甲醇与甲酸  
 C. 苯甲酸与甲醇  
 D. 甲醇与甲酸

23、冠醚可以和金属正离子形成络合物, 并随着环的大小不同而与不同的金属离子络合, 18-冠-6 最容易络合的离子是 ( )。

- A.  $\text{Li}^+$  B.  $\text{Na}^+$  C.  $\text{K}^+$  D.  $\text{Mg}^{2+}$

24、在  $^1\text{H NMR}$  谱图中, 理论上丙烯应该有几组峰? 各组峰的面积比为多少? ( )

- A. 六组峰(1:1:1:1:1:1)  
 B. 三组峰(1:2:3)  
 C. 二组峰(1:1)  
 D. 四组峰(1:1:1:3)

25、制备格氏试剂时, 哪一种说法是错误的? ( )

- A. 芳基卤代烃不适用  
 B. 溶剂需干燥  
 C. 乙醚可作为溶剂和稳定剂  
 D. 惰性气体保护

二、判断题 (每小题 1 分, 共 15 小题, 共 15 分。对的填“是”, 错的填“否”。)

- ds 区元素原子的次外层都有 10 个 d 电子。
- 变色硅胶中有含有氯化钴, 吸附空气中的水蒸气以后, 由吸湿前的浅红色随吸湿量的增加逐渐转变成蓝色。
- 波长一定时, 溶液的透光率越大, 吸光度就越小, 二者成反比。
- 强碱滴定弱酸时, 滴定突跃范围的大小受酸碱的浓度和弱酸的解离常数的控制。
- 标准氢电极的电势为零是实际测定的结果。
- 在 pH 等于 10 时滴定钙、镁离子总量, 如有铁离子干扰, 可加入三乙醇胺掩蔽。
- $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的葡萄糖溶液和  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的尿素溶液的渗透压相等。
- 可根据反应速率系数单位来确定反应级数。若  $k$  的单位是  $\text{mol}^{1-n}\cdot\text{L}^{n-1}\cdot\text{s}^{-1}$ , 则反应级数为  $n$ 。
- 反应速率常数是温度的函数, 也是浓度的函数。
- 化学反应的标准平衡常数值越大, 其反应速率越快。
- 可以通过傅克烷基化反应来合成长链烷基苯类化合物。
- 羟醛缩合反应既可酸催化也可碱催化。
- 制备无水二氯甲烷、三氯甲烷等卤代溶剂时, 可以用金属钠干燥。

考试科目代码：618 考试科目名称：化学综合

14、取代基更多的烯烃更稳定，其亲电加成反应活性则更低。

15、黄鸣龙还原：用  $\text{NH}_2\text{NH}_2/\text{KOH}$ /高沸点溶剂还原羰基为亚甲基。

### 三、填空题（每空 1 分，共 25 空，共 25 分。）

1、原子序数为 24 的元素，其基态原子中有 ( ) 个未成对电子。

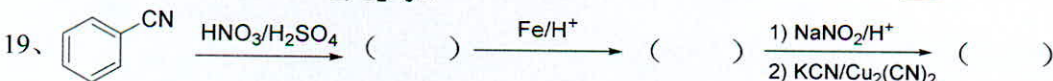
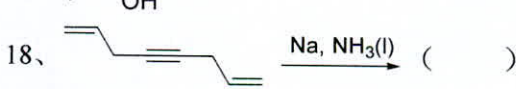
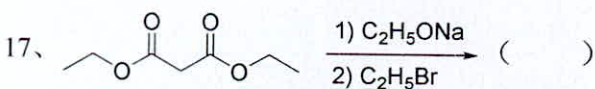
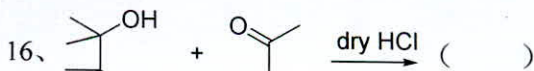
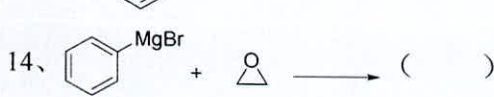
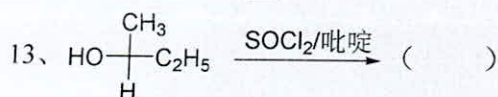
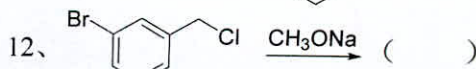
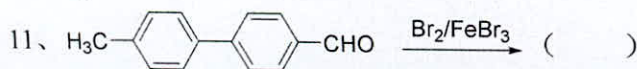
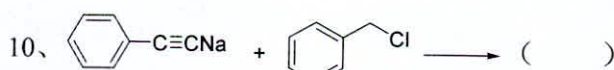
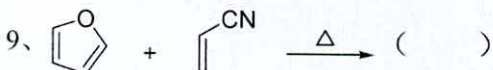
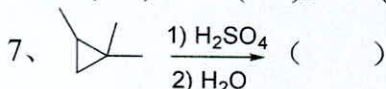
2、表示原子轨道（或电子云）形状的量子数是 ( )。

3、4p 亚层中轨道的角量子数为 ( )，该亚层轨道最多可以有 ( ) 种空间取向，最多可容纳 ( ) 个电子。

4、某理想气体在 273 K 和 101.3 kPa 时的体积为  $0.312 \text{ m}^3$ ，则在 298 K 和 98.66 kPa 时其体积为 ( )  $\text{m}^3$ 。

5、 $\text{H}_2\text{S}$  水溶液长期放置后变混浊，原因是 ( )。

6、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$  的还原能力强弱的次序为：( ) < ( ) < ( )。

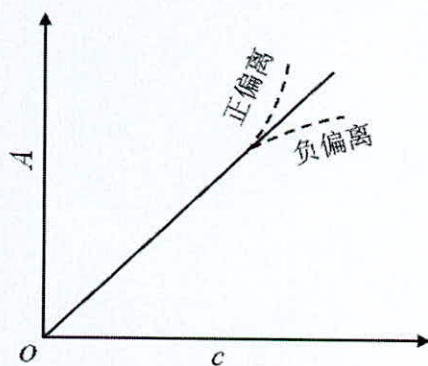


### 四、简述题（共 5 小题，共 20 分。）

1 (4 分)、根据朗伯-比尔定律，当吸收池厚度不变，以吸光度对浓度作图时，应得到一条通过原点的直线。但在实际工作中吸光度与浓度之间常偏离线性关系（如下图所示）。请分析产生偏离的主要原因。

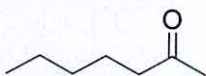


考试科目代码：618 考试科目名称：化学综合

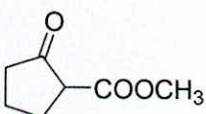


2 (4分)、解释下列问题：(1) 在  $\text{FeCl}_3$  溶液中加入  $\text{KSCN}$  溶液时出现血红色，再加入少许铁粉后血红色逐渐消失。(2)  $\text{I}_2$  不能氧化  $\text{Fe}^{2+}$ ，但在  $\text{KCN}$  存在下， $\text{I}_2$  却可以被还原。

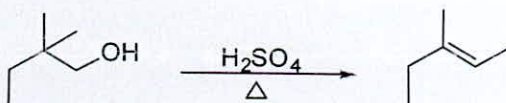
3 (4分)、由乙酰乙酸乙酯和 C3 以下有机物合成。



4 (4分)、以环己烷为有机原料合成。



5 (4分)、请写出下列反应的合理反应机理。



五、计算题 (共 5 小题，共 40 分。)

1 (10分)、利用题目提供的热力学数据，计算标准状态下：(1) 下面的反应在 298 K 时能否自发进行；(2) 下面的反应在什么样的温度条件下可以发生。

$$\text{CuS(s)} + \text{H}_2(\text{g}) = \text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{S(g)}$$

	$\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	$S_m^\ominus / (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$
CuS(s)	-53.1	66.5
H <sub>2</sub> (g)	0	130.7
H <sub>2</sub> S(g)	-20.6	205.8
Cu(s)	0	33.2

2 (8分)、将 80 mL  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的某一元酸 HA 与 50 mL  $0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液混合后，再稀释至 200 mL，测得溶液的  $\text{pH}=2.72$ ，求该弱酸的解离常数  $K_a^\ominus$ 。

3 (7分)、某溶液中含有  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ ，浓度均为  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，若要求将  $\text{Fe}^{3+}$  全部转变成沉淀  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ( $[\text{Fe}^{3+}] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 而不产生  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀，应当将溶液的 pH 控制在什么范围？已知  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的  $K_{sp}^\ominus = 4.0 \times 10^{-38}$ ， $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的  $K_{sp}^\ominus = 8.0 \times 10^{-16}$ 。

4 (6分)、称取软锰矿 (主要成分为  $\text{MnO}_2$ ) 试样 0.5000 g，在酸性溶液中将试样与 0.6700 g

考试科目代码：618 考试科目名称：化学综合

---

纯  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  充分反应，最后以  $0.02000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KMnO}_4$  溶液滴定剩余的  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，至终点时消耗  $30.00 \text{ mL}$ 。计算试样中  $\text{MnO}_2$  的质量分数。已知  $M(\text{MnO}_2)=86.94 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $M(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)=134.00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

5 (9 分)、分析含铜、锌、镁合金时，称取  $0.5000 \text{ g}$  试样，溶解后用容量瓶配成  $100.0 \text{ mL}$  试液。吸取  $25.00 \text{ mL}$ ，调  $\text{pH}=6$ ，以 PAN 作指示剂，用  $0.05000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  EDTA 标准溶液滴定铜和锌，用去  $37.30 \text{ mL}$ 。另外又吸取  $25.00 \text{ mL}$  试液，调至  $\text{pH}=10$ ，加 KCN 以掩蔽铜和锌，用同浓度 EDTA 溶液滴定  $\text{Mg}^{2+}$ ，用去  $4.10 \text{ mL}$ ，然后再滴加甲醛以解蔽锌，又用同浓度 EDTA 溶液滴定，用去  $13.40 \text{ mL}$ 。计算试样中铜、锌、镁的质量分数。已知  $A_r(\text{Cu})=63.546$ ， $A_r(\text{Zn})=65.409$ ， $A_r(\text{Mg})=24.305$ 。