

中国科学院研究生院
2012 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题
科目名称：普通化学（乙）

考生须知：

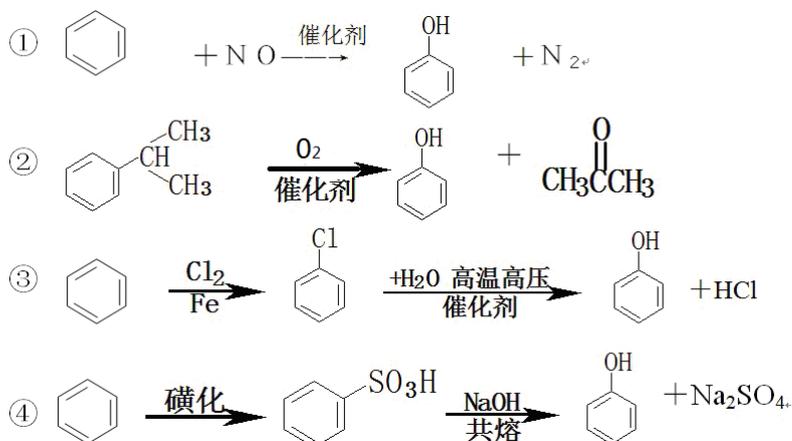
1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器

一、单项选择题：(每题 2 分，共 20 题，总计 40 分)

1. 给鲜花施了高浓度肥料，会导致鲜花枯萎甚至死亡；舟山带鱼不能在鄱阳湖饲养；北方马路积雪可采用融雪剂清除——以上现象分别能用来说明原因的是()。
A. 蒸汽压，沸点，渗透压； B. 沸点，渗透压，蒸汽压；
C. 渗透压，渗透压，凝固点； D. 渗透压，沸点，凝固点。
2. 丙烯腈的沸点比异戊二烯的沸点高，主要原因是()。
A. 由于丙烯腈分子间取向力强； B. 由于丙烯腈分子间氢键；
C. 由于丙烯腈摩尔质量大； D. 由于丙烯腈分子内氢键。
3. 298K 时，对于反应 $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ ，保持 T 不变而增加容器容积，降低总压力时，反应物的转化率()
A. 增加； B. 不变； C. 减小； D. 先增加而后减小。
4. 反应 $\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 在高温下正向自发进行，其逆向反应在 298K 时为自发的，则逆反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 与 $\Delta_r S_m^\ominus$ 是()。
A. $\Delta_r H_m^\ominus > 0$, $\Delta_r S_m^\ominus > 0$; B. $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, $\Delta_r S_m^\ominus > 0$;
C. $\Delta_r H_m^\ominus > 0$, $\Delta_r S_m^\ominus < 0$; D. $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, $\Delta_r S_m^\ominus < 0$ 。
5. 酸雨是()的降水。
A. pH=5.6~7.0; B. pH<5.6; C. pH>5.6; D. pH<1.0。

6. 由于原料和环境方面的考虑,对生产中的化学反应提出了绿色化学的要求,现有 4 种合成苯酚的反应,最符合绿色化学生产过程的是()。

A. ①; B. ②; C. ③; D. ④。



7. 下列关于化学动力学的表述中正确的是()。

A. 化学反应的速率不随反应进程变化; B. 一级反应必定是基元反应;
C. 催化剂可以改变反应历程,也会影响化学平衡; D. 催化剂可以参与反应。

8. 量子力学的一个轨道是指()。

A. 波尔理论中的原子轨道; B. n, l 和 m 值一定时的一个波函数;
C. n 和 m 值一定时的一个波函数; D. l 和 m 值一定时的一个波函数。

9. 下列基态原子中,第一电离能排列顺序正确的是()。

A. $F > N > O > C$; B. $Te > Se > S > O$; C. $Si > P > S > Cl$; D. $F > O > N > C$ 。

10. 某基态原子的第六电子层只有 2 个电子,则该原子的第五电子层中的电子数为()。

A. 8~16 个; B. 16~18 个; C. 12 个或 32 个; D. 8~18 个。

11. 元素 C、H、S、N 的燃烧热(标准状态下)与下列哪组物质的标准生成焓相等()?

A. CO, H_2, SO_3, NO_2 ; B. CO_2, H_2O, SO_3, NO_2 ;
C. CO_2, H_2O, SO_2, NO_2 ; D. CO_2, H_2, SO_2, NO 。

12. 对于下列制品,要求高分子材料的内耗越高越好的产品是()。

A. 轮胎; B. 传送带; C. 隔音材料; D. 空调机塑料外壳

13. 下列物质中不属于国家命令禁制的毒品是()。

A. 甲基苯丙胺; B. 海洛因; C. 罂粟; D. 氨基西林。

14. 标准氨基酸的分子中没有()。
- A. 醛基; B. 甲基; C. 氨基; D. 羟甲基。
15. 下列反应的焓变代表 NaCl 晶格能的是()。
- A. $\text{Na(g)} + \text{Cl(g)} = \text{NaCl(s)}$; B. $\text{Na}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) = \text{NaCl(s)}$;
C. $\text{Na(s)} + 1/2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{NaCl(s)}$; D. $\text{Na(s)} + \text{Cl(s)} = \text{NaCl(s)}$ 。
16. 在卤素单质中, 与水不发生歧化反应的是()。
- A. F_2 ; B. Cl_2 ; C. Br_2 ; D. I_2 。
17. 下列哪组物质都是三元酸()。
- A. H_3AsO_4 , H_3PO_4 ; B. H_3AsO_4 , H_3PO_3 ;
C. H_3BO_3 , H_3PO_2 ; D. H_3SbS_3 , H_3PO_2 。
18. 1993 年, 美国贝尔实验室在硒化镉中发现, 随着粒子尺寸的减小, 发光的颜色从红色变成绿色进而变成蓝色, 有人把这种发光带或吸收带由长波长移向短波长的现象称为"蓝移"——此为纳米材料的何种特性()?
- A. 纳米材料的表面效应; B. 纳米材料的体积效应;
C. 纳米材料的量子尺寸效应; D. 宏观量子隧道效应。
19. 下列哪种晶体中含有独立的分子()?
- A. 氯化硼; B. 乙酸; C. 氯化铯; D. 镍。
20. 下列物质中, 既可用于缩聚也可用于加聚反应的化合物是()。
- A. 二乙烯基苯; B. 苯六甲酸;
C. 反式, 反式-己二烯二酸; D. 3, 5-二甲基-2-乙基-1-庚烯。

二、填空题(10 题, 每空 1 分, 总计 30 分)

1. 甲烷和硅烷中沸点较高的是_____；乙烷和一氟代甲烷中沸点较高的是_____；丁烷和 2-甲基丙烷中沸点较高的是_____；氖和氩中沸点较高的是_____。
2. 大气污染的主要分为两类: _____和_____；清洁生产的核心是: _____、_____、_____和_____。
3. 向 AgNO_3 溶液中加入组成为 $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ 的化合物后, 将会出现 AgCl 沉淀, 将 AgCl 沉淀过滤后, 再向溶液中加入 AgNO_3 溶液并加热至沸腾, 又有 AgCl 沉淀生成, 其重量为原沉淀的一半, 则组成为 $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ 的化合物的结构式为_____。

4. 在 PC、PU、PP 三种聚合物材料中, 玻璃化温度最低的是_____ ; 模量最大的是_____ ; 透明性最好的是_____ ; 密度最小的是_____。
5. 边长为 2nm 的正方体, 其体积为_____m³。
6. 二甲醚的同分异构体是_____ ; 采用化学方法, 例如, 利用_____金属可以鉴别两物质, 其原因是:_____。
7. 比较不同金属性能(用“大于”、“小于”或“等于”表示): 金的比重_____铁的比重; 金的硬度(HB)_____铁的硬度(HB) ; 金的导电性能_____铁的导电性能; 金的化学反应活性_____铁的化学反应活性。
8. $|\psi|^2$ 的物理意义是_____ ; $\psi(r, \theta, \varphi)$ 是描述电子在空间运动状态的波函数; 而 $R(r)$ 是表示 $\psi(r, \theta, \varphi)$ 的_____部分; $Y(\theta, \varphi)$ 是表示 $\psi(r, \theta, \varphi)$ 的_____部分。
9. 一些小分子, 如 CO₂、H₂O 和 NH₃ 通常被称为温室气体, 但是大气中还有其它更大量的小分子, 如 O₂ 和 N₂, 但却未被归入温室气体。试解释其中原因:_____。
10. 在实验室, 下列物质的储存方法分别是:
氢氟酸_____ ; 金属钠_____ ; 白磷_____。

三、判断题 (共 6 题, 每题 2 分, 共 12 分) (请答“对”或“错”)

1. 金或铂能溶于王水, 王水中的硝酸是氧化剂, 盐酸是配位剂。
2. 金属铁可以置换 Cu²⁺, 因此三氯化铁不能与金属铜反应。
3. 在一定范围内, 高聚物的聚合度越高、结晶度越高、分子中极性基团越多, 则其机械强度越大。
4. 色散力存在于所有分子之间。
5. 反应 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 和 $\text{Fe}^{3+} + \text{I}^- = \text{Fe}^{2+} + 1/2 \text{I}_2$ 的平衡常数不同, 由两反应组成的原电池的标准电动势也不相同。
6. 正逆反应的活化能数值相等, 符号相反。

四、问答题 (共 5 题, 共 28 分)

1. (5 分) 洗涤衣物时, 洗涤剂是如何去除衣物或织物上的油污的?
2. (5 分) 日常饮用水中的 SO₄²⁻ 的浓度不能超过 $2.6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 否则会引起腹泻。通过计算说明天然水流经含有被 CaSO₄ 饱和的土壤后, 是否还可以饮用? [已知 $K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{CaSO}_4) = 9.0 \times 10^{-6}$]

3. (8 分) 完成表格

	HgCl ₂	BF ₃	SiCl ₄	NH ₃
杂化轨道类型				
空间构型				

4. (4 分) 农村用草木灰作为钾肥 (主要成分为碳酸钾)给田地施肥, 但不宜与氮肥 (主要成分 NH₄Cl) 混合使用, 为什么?

5. (6 分) 什么是重组 DNA 技术和基因工程?

五、计算题(共 4 题, 共 40 分)

1. (6 分)在 300K、 $3.04 \times 10^6 \text{Pa}$ 时, 一个气筒内盛有 480g 氧气, 若将此筒气体加热到 373K, 放出部分氧气, 使压强降至 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$, 请问共需放出多少克氧气?

2. (8 分) 50 毫升浓度为 $0.060 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Pb(NO₃)₂ 溶液与 50 毫升浓度为 $0.12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液混合, 已知 $k_{sp}^\ominus(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-5}$ 。

(1) 请问为什么会形成 PbCl₂ 沉淀? (4 分)

(2) 沉淀后溶液中剩余的 Pb²⁺(aq)浓度为多少? (4 分)

3. (12 分) 298K 时, 在 Ag⁺/Ag 电极中加入过量的 I⁻, 设达到平衡时 [I⁻] = $0.15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 另一个电极为 Cu²⁺/Cu, [Cu²⁺] = $0.020 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 将此两组电极组成原电池:

(1) 请写出原电池符号(4 分); (2) 请写出电池反应式(4 分); (3) 请计算电池的平衡常数(4 分)。

4. (14 分)已知在 700K 时各物质的热力学函数

	N ₂	H ₂	NH ₃
$\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	0	0	-45.22
$S_m^\ominus / (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	217.0	155.9	243.5

在该温度下反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 。(1) 请计算在 700K 是此反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ (4 分); (2) 如果在 700K 达到平衡时气体的浓度为: [N₂] = $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, [H₂] = $3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。请计算此时 NH₃ 的浓度(10 分)。(p[⊖] = 100kPa)