
中国科学院大学

2013 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（甲）

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均一律无效。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。

一、选择题（每题选一最佳答案，每小题 2 分，共 30 分）

1. 在等压下加热，下列溶液最先沸腾的是（ ）
A. 5% $C_6H_{12}O_6$ 溶液； B. 5% $C_{12}H_{22}O_{11}$ 溶液；
C. 5% $(NH_4)_2CO_3$ 溶液； D. 5% $C_3H_8O_3$ 溶液。
2. 盐碱地的农作物长势不良，甚至枯萎，施高浓度肥料后会被烧死，能用来说明部分原因的是（ ）
A. 渗透压； B. 蒸汽压；
C. 沸点； D. 凝固点。
3. 下列溶液中，pH 值最小的是（ ）
A. $0.010\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl； B. $0.010\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ H_2SO_4 ；
C. $0.010\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HAc； D. $0.010\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $H_2C_2O_4$.
4. 向 1.0L, $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HAc 溶液中加入 1.0mL, $0.010\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 溶液，此时在 HAc 溶液中下列叙述正确的是（ $K_a^\ominus(\text{HAc})=1.75\times 10^{-5}$ ）（ ）
A. HAc 解离度减小； B. 溶液的 pH 为 3.02；
C. HAc 的 K_a^\ominus 减小； D. 溶液的 pH 为 2.30.

-
5. 由反应 $Zn+2Ag^+=Zn^{2+}+2Ag$ 构成的原电池, 要增加它的电动势, 可采取的措施有 ()
- A. 降低 Zn^{2+} 的浓度; B. 加大 Ag 电极;
C. 加大锌电极; D. 降低 Ag^+ 的浓度。
6. 等温条件下, 反应 $N_2H_4(g)+O_2(g)=N_2(g)+2H_2O(l)$ 来说, ΔH 与 ΔU 的关系是 ()
- A. $\Delta H = \Delta U$; B. $\Delta H = \Delta U - RT$; C. $\Delta H = \Delta U + RT$; D. $\Delta H = \Delta U + 2RT$ 。
7. 在恒温条件下, 增加反应物浓度, 反应速率加快的原因是 ()
- A. 活化能降低了; B. 活化分子百分数增加了;
C. 活化分子数目增加了; D. 碰撞方位因子增大了。
8. 在等径圆球的堆积模型中, 最密堆积即空间利用率最高的是 ()
- A. 简单立方堆积和六方密堆积; B. 体心立方堆积和面心立方密堆积;
C. 六方密堆积; D. 六方密堆积和面心立方密堆积。
9. $AgF, AgCl, AgBr, AgI$ 四种晶体中, 离子键特征最显著的是 ()
- A. AgF ; B. AgI ; C. $AgCl$; D. 四种均是典型离子键, 无明显差别。
10. Ni^{2+} 形成的八面体型配合物 ()
- A. 只可能是外轨型; B. 只可能是内轨型;
C. 可能是外轨型也可能是内轨型; D. 是抗磁性物质。
11. 纯液体的饱和蒸汽压随 () 而改变
- A. 容器大小; B. 温度高低; C. 液体多少; D. 不确定
12. 在第一个电子进入 $n=4$ 以前, 在 $n=3$ 的能级层内可容纳的电子数为 ()
- A. 2; B. 8; C. 18; D. 32
13. 下列有关电子构型的陈述中正确的是 ()
- A. s 区元素最外层电子构型为 ns^{1-2}
B. p 区元素最外层电子构型为 $ns^{1-2}np^{1-6}$
C. d 区元素最高能级组的电子构型为 $(n-1)d^{1-10}ns^2$
D. ds 区元素最高能级组的电子构型为 $(n-1)d^{10}ns^2$

14. 下列陈述正确的是 ()

- A. 按照价键理论, 两成键原子的原子轨道重叠程度越大, 键的强度就越小;
- B. 键的极性越大, 键就越强;
- C. 多重键中必有一 σ 键;
- D. 两原子间可以形成多重键, 但两个以上的原子间不可能形成多重键

15. O_2 的顺磁性是因为 ()

- A. 分子中有双键; B. 非极性分子;
- C. 分子中有未成对电子; D. 双原子分子

二、判断题 (每小题 2 分, 共 20 分)

- 1. 溶液中若同时存在两种离子, 且都能与沉淀剂发生反应, 则加入沉淀剂总会同时产生两种沉淀。 ()
- 2. 溶液中难溶电解质的离子积等于该难溶电解质的溶度积常数时, 此溶液为饱和溶液。 ()
- 3. 中和等体积 pH 相同的 HCl 和 HAc 溶液所需 NaOH 的物质的量相同。 ()
- 4. 工业上生产 SO_3 通常在高温下使 SO_2 氧化, 升高温度的目的, 并不是为了提高平衡的转化率。 ()
- 5. NaCl 和 CsCl 同属典型的离子晶体, 晶胞结构相同、物质性质接近。 ()
- 6. $[CoSO_4(NH_3)_5]Br$ 与 $[CoBr(NH_3)_5]SO_4$ 表示的是同一物质。 ()
- 7. 反应 $H_2(g) + I_2(g) = 2HI(g)$ 的速率方程为 $v = k \cdot c(H_2) \cdot c(I_2)$, 所以该反应是基元反应。 ()
- 8. 由极性键形成的分子, 不一定是极性分子。 ()
- 9. n 值越大, 电子的能量就越高。 ()
- 10. 基态 H 原子核外电子绕 1s 轨道做高速运动。 ()

三、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

1. 弱酸 HCN 的 $K_a^\ominus = 6.2 \times 10^{-10}$, 它的共轭碱为 _____, 其 $K_b^\ominus =$ _____; 弱碱 NH_3 的 $K_b^\ominus = 1.8 \times 10^{-5}$, 他的共轭酸为 _____, 其 $K_a^\ominus =$ _____。

2. 已知 $\varphi^\ominus(\text{NO}_3^-/\text{NO})=0.957\text{V}$, $\varphi^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)=0.695\text{V}$, $\varphi^\ominus(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})=1.507\text{V}$, 则最强的氧化剂为_____, 最强的还原剂为_____。

3. 如果时间量纲用 s, 浓度量纲用 mol/l, 则化学反应速率的量纲为_____; 二级反应速率常数的量纲为_____。

4. 配合物空间异构体有两大类: _____异构; _____异构。

5. 配合物晶体场理论将化学键的本质归结为_____作用。

6. ^{25}Mn 原子的电子排布式为_____, 该元素位于元素周期表_____区_____周期_____族。 Mn^{2+} 的价层电子排布为_____。

7. 根据杂化轨道理论, BF_3 分子的几何构型为_____, 中心原子轨道杂化方式为_____; NF_3 分子的几何构型为_____, 中心原子轨道杂化方式为_____。

四、问答题 (共 29 分)

1. 气体物质、溶液、液体和固体的热力学标态分别指什么条件? 另外, $\Delta_r H_m^\ominus(T)$ 通常指什么条件下的反应焓? (10 分)

2. 解释下列现象: (10 分)

(1) Na 的第一电离能小于 Mg, 而 Na 的第二电离能却大大超过 Mg;

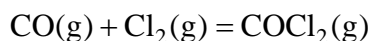
(2) Na^+ 和 Ne 是等电子体, 为什么它们的第一电离能的数值差别较大

3. 什么是液体的临界温度、临界压力、临界体积? (9 分)

五、计算题 (共 51 分)

1. (8 分) 在 293K 和 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 时在水面收集了 0.150dm^3 氮气, 经干燥后称重为 0.172g 。求氮气的分体积和该温度下水的蒸汽压。 ($R=8.314 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

2. (8 分) 在一密闭容器中, $T=373 \text{K}$ 条件下进行如下反应:

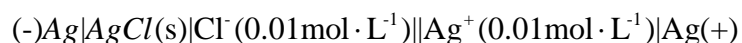


开始时, $p(\text{CO}) = 108.5 \text{kPa}$, $p(\text{Cl}_2) = 83.7 \text{kPa}$, $p(\text{COCl}_2) = 0$ 。反应达到平衡时, CO 的平衡转化率为 77.1%, 计算 $K^\ominus(373 \text{K})$ 及反应达到平衡时各物种的分压。

3. (8 分) 已知 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e} = \text{Fe}$, $\varphi^\ominus = -0.447\text{V}$; $\text{Fe}^{3+} + \text{e} = \text{Fe}^{2+}$, $\varphi^\ominus = 0.771\text{V}$; 写出三种物质间能够自发进行的化学反应, 计算该电池的标准电动势及电池反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 。(1mol 电池的电量 $Q = 96480 \text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$)

4. (5分) 为防止汽车水箱在冬季冻裂, 需使水的冰点下降到 253.15K, 则在 1000g 水中应加入甘油 ($C_3H_8O_3$) 多少克? (水的 $K_f=1.86K \cdot kg \cdot mol^{-1}$, $C_3H_8O_3$ 的摩尔质量为 $92g \cdot mol^{-1}$)

5. (11分) 已知原电池:



电池电动势 $\varepsilon=0.34V$, $\varphi^\ominus(Ag^+/Ag)=0.799V$, 求 $K_{sp}^\ominus(AgCl)$ 。

6. (11分) 化学反应 $A(g) + B(g) = 2C(g)$, A, B, C 均为理想气体。在 $25^\circ C$ 、标准状态下, 该反应分别依两种不同途径完成: (1)不做功, 放热 40 kJ; (2)做最大非体积功, 不做体积功, 过程放热 2 kJ。计算两种途径的 $\Delta H^{\ominus}, \Delta G^{\ominus}, \Delta S$ 。