

北京科技大学

2011 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 619 试题名称: 普通化学 (共 5 页)

适用专业: 科学技术史

说明: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

一、判断正误: 对的在题末括号内填“+”、错的填“-”。

(本大题分 30 小题, 每小题 1 分, 共 30 分)

1、1 mol $O_2(g)$, 在 $27^\circ C$, $10 dm^3$ 体积的容器内的压力是: $1 mol \times 8.314 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times (273.15 + 27) K / 10 dm^3 \approx 25 kPa$ 。 ()

2、一个反应如果是放热反应, 当温度升高时, 表示补充了能量, 因而有助于提高该反应进行的程度。 ()

3、溶剂从浓溶液通过半透膜进入稀溶液的现象叫做渗透现象。 ()

4、凡是反应级数为分数的反应都是复杂反应, 反应级数为 1、2 和 3 的反应都是基元反应。 ()

5、当温度接近绝对零度时, 所有放热反应均能自发进行。 ()

6、由反应 $Cu + 2Ag^+ = Cu^{2+} + 2Ag$ 组成原电池, 当 $c(Cu^{2+}) = c(Ag^+) = 1.0 mol \cdot dm^{-3}$ 时, $\varphi^{\ominus} = \varphi^{\ominus} - \varphi^{\ominus} = \varphi^{\ominus}(Cu^{2+}/Cu) - 2\varphi^{\ominus}(Ag^+/Ag)$ 。 ()

7、 PbI_2 和 $CaCO_3$ 的标准溶度积数值相近 (约为 10^{-9}), 所以两者饱和溶液中 Pb^{2+} 离子和 Ca^{2+} 离子浓度 (以 $mol \cdot dm^{-3}$ 为单位) 也近似相等。 ()

8、如果某反应 500 K 温度时的标准平衡常数值大于它在 600 K 时的标准平衡常数值, 则此反应的 $\Delta_r H_m^{\ominus} > 0$ 。 ()

9、某反应的标准平衡常数数值很大 $K^{\ominus} = 2.4 \times 10^{34}$, 表明该反应在此温度可在极短时间内完成。 ()

10、已知某温度下, M(某元素的稳定单质)为炼钢时的脱氧剂, 有反应 $FeO(s) + M(s) = Fe(s) + MO(s)$ 自发进行。则可知在该条件下 $\Delta_r G_m^{\ominus}(MO, s) < \Delta_r G_m^{\ominus}(FeO, s)$ 。 ()

11、由于 $AgCl$ 在水中的溶解度比 AgI 的大, 故用相同浓度的 KCN 溶液溶解 $AgCl$ 比溶解 AgI 的量。 ()

12、在 $-4^\circ C \sim -3^\circ C$ 温度条件下进行建筑施工时, 为了防止水泥冻结, 可在水泥砂浆中加入适量的食盐或氯化钙。 ()

13、铜制容器不能用来存放氨水, 是由于铜会与氨反应生成 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, 促使铜被腐蚀的缘故。 ()

14、 $n=2$ 的轨道数为 4, $l=3$ 的轨道数为 5。 ()

15、取蔗糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 和葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$) 各 1.0 g, 分别溶于 1000 g 水中, 两种溶液的沸点相同。 ()

16、 CuS 不溶于水及盐酸, 但能溶于硝酸, 是因为硝酸的酸性比盐酸的强。 ()

- 17、将 $2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ Fe}^{3+}$ 溶液与 $2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ I}^{-}$ 溶液等体积混合后, Fe^{3+} 被还原为 Fe^{2+} , 并有 I_2 析出。由此可判断 $\varphi^{\ominus}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) < \varphi^{\ominus}(\text{I}_2/\text{I}^{-})$ 。 ()
- 18、在下列浓差电池中, 只有溶液浓度 $a < b$ 时, 原电池符号 $(-)\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}(a)|\text{Cu}^{2+}(b)|\text{Cu}(+)$ 才是正确的。 ()
- 19、已知 HCN 是直线形分子, 所以它是非极性分子。 ()
- 20、色散力不仅存在于非极性分子之间, 也存在于极性分子之间。 ()
- 21、多电子原子的核外电子的能量是由主量子数 n 和角量子数 l 来决定。 ()
- 22、 p 轨道的角度分布图为“8”字形, 这表明电子是沿“8”字形轨迹运动的。 ()
- 23、利用弹式量热计可以较精确地测得定容反应热。 ()
- 24、冰与干冰相比, 其熔点和沸点等物理性质有很大的差异, 其重要原因之一是由于冰中 H_2O 分子间比干冰中 CO_2 分子间多了一种氢键作用的缘故。 ()
- 25、已知 OF_2 是极性分子, 可判定其分子构型为“V”形结构。 ()
- 26、铁原子失去 2 个电子成为 Fe^{2+} , 失去 3 个电子才成为 Fe^{3+} , 故在水溶液中 Fe^{2+} 比 Fe^{3+} 更稳定。 ()
- 27、就分子的电偶极矩而言, 可判定 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 比 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ 大。 ()
- 28、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 碱性强于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。 ()
- 29、将 50°C 的一定量的水, 置于密闭容器中, 会自动冷却到室温。此时密闭容器内水的熵值变小, 即 $\Delta S < 0$ 。这说明在密闭容器中的自发过程, 系统本身不一定要熵增加。 ()
- 30、 H_2S 溶液中 S^{2-} 的浓度数值上等于其 K_{a2}^{\ominus} , H_3PO_4 溶液中 PO_4^{3-} 的浓度等于其 K_{a3}^{\ominus} 。 ()

二、选择题: 将一个或两个正确答案的代码填入题末的括号内。若正确答案只有一个, 多选时, 该题为 0 分; 若正确答案有两个, 只选一个且正确, 给 1 分, 选两个且都正确给 2 分, 但只要选错一个, 该小题就为 0 分。(本大题分 30 小题, 每小题 2 分, 共 60 分)

- 1、空气中 CO_2 的体积分数 $\varphi(\text{CO}_2) = 0.0003$, 当空气压力为 100 kPa 时, CO_2 的分压力是 ()
(A) 0.0003 Pa (B) 100 Pa (C) 30 Pa (D) 1 Pa
- 2、温度为 0 K 时, 任何纯净完整的晶体物质的熵值为 ()
(A) 零 (B) 大于零 (C) $1 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ (D) 不确定 (以上答案都不是)
- 3、已知 $\text{HCl}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$, $\Delta_r H_m^{\ominus}(298.15 \text{ K}) = -176.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta_r S_m^{\ominus}(298.15 \text{ K}) = -284.6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。则在 298.15 K 及标准条件下, 该反应 ()
(A) 正向自发进行 (B) 逆向自发进行 (C) 处于平衡状态 (D) 无法判断
- 4、就离子电荷和离子半径而论, 离子具有最大极化力的条件是 ()
(A) 电荷低, 半径小 (B) 电荷高, 半径大
(C) 电荷低, 半径大 (D) 电荷高, 半径小
- 5、首先建立原子核外电子运动波动方程式的科学家是 ()
(A) 玻尔 (B) 薛定谔 (C) 普朗克 (D) 吉布斯
- 6、认为原子核外电子是分布在不同能级上的实验根据是 ()
(A) 定组成定律 (B) 能量守恒定律 (C) 连续光谱 (D) 线状光谱
- 7、在配合物 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 中, 中心离子的氧化数是 ()
(A) +1 (B) +3 (C) +2 (D) +5
- 8、下列各组量子数中, 相应于氢原子 Schrödinger 方程的合理解 ($nlmm_s$) 的一组是 ()
(A) $3, 0, +1, -\frac{1}{2}$ (B) $2, 2, 0, +\frac{1}{2}$ (C) $4, 3, -4, -\frac{1}{2}$ (D) $5, 2, +2, +\frac{1}{2}$

- 9、已知某弱酸 HA 的 $K_a^\ominus=1\times 10^{-10}$ ，另一弱酸 HB 的 $K_a^\ominus=1\times 10^{-5}$ ，则反应 $\text{HB}+\text{NaA}\rightleftharpoons\text{HA}+\text{NaB}$ 的标准平衡常数为 ()
- (A) 1×10^{-10} (B) 1×10^{-5} (C) 1×10^{-15} (D) 1×10^5
- 10、25°C 时， $K_s^\ominus(\text{CaCrO}_4)=7.10\times 10^{-4}$ ，则 CaCrO_4 在纯水中的溶解度($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)为 ()
- (A) 2.66×10^{-2} (B) 5.70×10^{-2} (C) 2.66×10^{-3} (D) 1.92×10^{-2}
- 11、对于缓冲溶液，若 $c(\text{弱酸}):c(\text{弱酸根离子})=1:1$ 时，该溶液的 pH 值等于 ()
- (A) $\text{p}K_a^\ominus$ (B) $\text{p}K_b^\ominus$ (C) $c(\text{弱酸})$ (D) $c(\text{弱酸盐})$
- 12、正极为饱和甘汞电极，负极为氢电极，分别插入以下各种溶液，组成四种电池，使电池电动势最大的溶液是 ()
- (A) $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\text{HAc}$ (B) $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\text{HCOOH}$
(C) $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\text{NaAc}$ (D) $0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\text{HCl}$
- 13、 BaCO_3 能溶于盐酸的最合理解释是 ()
- (A) BaCO_3 的 K_s^\ominus 较大；
(B) BaCO_3 在水中的溶解度较大；
(C) 能反应生成 CO_2 气体离开系统，使溶解平衡发生移动；
(D) BaCO_3 的 K_s^\ominus 较小。
- 14、对于反应： $4\text{Al}+3\text{O}_2+6\text{H}_2\text{O}=4\text{Al}(\text{OH})_3$ ，运用公式 $\Delta_r G_m^\ominus=-nFE^\ominus$ 时，其中 n 为 ()
- (A) 1 (B) 12 (C) 3 (D) 4
- 15、习惯上，将差异充气腐蚀电池中氧气的浓度较大和浓度较小的部分各称为 ()
- (A) 阳极和阴极 (B) 阴极和阳极 (C) 正极和负极 (D) 负极和正极
- 16、原子轨道沿两核联线以“肩并肩”的方式进行重叠的键是 ()
- (A) σ 键 (B) π 键 (C) 氢键 (D) 离子键
- 17、 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ 溶液的导电性与等浓度的下列哪种化合物的溶液相近 ()
- (A) NaCl (B) CaCl_2 (C) AlCl_3 (D) PCl_5
- 18、ABS 工程塑料（中的 ABS 树脂）是由下列哪组物质为原料共聚所得 ()
- (A) 丁二烯-苯乙烯-丙烯腈 (B) 苯乙烯-丙烯腈-异戊二烯
(C) 氯乙烯-丁二烯-丙烯腈 (D) 氯丁二烯-乙烯-丙烯腈
- 19、升高温度一般能使反应速率提高，这是由于温度升高能 ()
- (A) 使反应的活化能降低 (B) 使平衡向正方向移动
(C) 使反应速率常数增大 (D) 使阿仑尼乌斯公式中的指前因子增大
- 20、配制 $\text{pH}=9.2$ 的缓冲溶液时，应选用的缓冲对是 ()
- (A) $\text{HAc}-\text{NaAc}$ ($K_a^\ominus=1.8\times 10^{-5}$) (B) $\text{NaH}_2\text{PO}_4-\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ($K_{a2}^\ominus=6.3\times 10^{-8}$)
(C) $\text{NH}_3-\text{NH}_4\text{Cl}$ ($K_b^\ominus=1.8\times 10^{-5}$) (D) $\text{NaHCO}_3-\text{Na}_2\text{CO}_3$ ($K_{a2}^\ominus=5.6\times 10^{-11}$)
- 21、298K 时，反应 $2\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})+15\text{O}_2(\text{g})=6\text{H}_2\text{O}(\text{l})+12\text{CO}_2(\text{g})$ 的等压热效应 Q_p 与等容热效应 Q_v 之差 (Q_p-Q_v) 约为 ()
- (A) $3.7\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (B) $-3.7\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (C) $7.4\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (D) $-7.4\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- 22、难溶电解质 CaCO_3 在浓度为 $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的下列溶液中的溶解度比在纯水中的溶解度大的有 ()
- (A) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (B) HAc (C) Na_2CO_3 (D) KNO_3

- 23、为了使铁阴极上能镀上铜锌合金（黄铜），可于含有 Cu^+ 与 Zn^{2+} 盐溶液中，加入 NaCN ，使它们生成相应配离子的电镀液的方法来实施，这是由于此时（已知 $\varphi^\ominus(\text{Cu}^+/\text{Cu})=0.521\text{ V}$ ， $\varphi^\ominus(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})=-0.762\text{ V}$ ）（ ）
- (A) $K^\ominus(\text{稳}, [\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}) > K^\ominus(\text{稳}, [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-})$
 (B) $K^\ominus(\text{稳}, [\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}) < K^\ominus(\text{稳}, [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-})$
 (C) $c(\text{Zn}^{2+}) \approx c(\text{Cu}^+)$
 (D) $\varphi(\text{Cu}^+/\text{Cu}) \approx \varphi(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$
- 24、将过氧化氢加入用稀 H_2SO_4 酸化过的 KMnO_4 水溶液中，发生反应。对于此反应中的过氧化氢，下列说法正确的是（ ）
- (A) 是氧化剂 (B) 是还原剂 (C) 分解成氢气和氧气 (D) 被 H_2SO_4 氧化
- 25、晶格能的大小，常用来表示（ ）
- (A) 共价键的强弱 (B) 金属键的强弱 (C) 离子键的强弱 (D) 氢键的强弱
- 26、以下第二周期各对元素的第一电离能大小次序不正确的是（ ）
- (A) $\text{Li} < \text{Be}$ (B) $\text{B} < \text{C}$ (C) $\text{N} < \text{O}$ (D) $\text{F} < \text{Ne}$
- 27、温度升高而一定增大的量是（ ）
- (A) $\Delta_r G_m^\ominus$ (B) 吸热反应的平衡常数 K^\ominus
 (C) 液体的饱和蒸汽压 (D) 化学反应速率常数 k
- 28、 $\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 固体溶解度在下列溶液中溶解度大于纯水溶液中的是（ ）
- (A) HAc (B) CaCl_2 (C) EDTA (D) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- 29、下列各种含氢的化合物中含有氢键作用的是（ ）
- (A) HNO_3 (B) HCHO (C) HCOOH (D) HBr
- 30、下列叙述错误的是（ ）
- (A) 相同原子间的双键键能是单键键能的两倍
 (B) 原子形成共价键的数目，等于基态原子的未成对电子数
 (C) 没有电子的空原子轨道也能参加杂化
 (D) H 原子的 $3s$ 轨道和 $3p$ 轨道能量相等，而 Cl 原子的 $3s$ 轨道和 $3p$ 轨道能量不相等

三、填空题。(本大题共 15 小题，总计 30 分)

- 1、(1 分) 电子衍射实验证实了德布罗意关系式： $\lambda = h/mv$ ，充分说明了电子具有_____性。
- 2、(1 分) 如果正反应是放热反应，则正反应的活化能将_____（大于、小于或等于）逆反应的活化能。
- 3、(1 分) 同族过渡元素中，第五和第六周期的元素化学性质更相似，这是由于_____引起的。
- 4、(2 分) 当氨水的浓度为_____ $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 时，溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 才是 $1.50 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。
 [已知： $K_b^\ominus(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=1.77 \times 10^{-5}$]
- 5、(2 分) 状态函数的变化值只决定于系统的始态和终态，与_____无关。焓 H ，内能 U ，体积功 W 和热量 Q 中，_____不是状态函数。
- 6、(2 分) 原子轨道的杂化是指同一原子中_____相近的、不同_____的原子轨道间的杂化。

7、(2分) 金刚石属_____晶体, KCl 属_____晶体, 干冰属_____晶体。以上三者中熔点最低的是_____。

8、(3分) 下列几种元素中电负性最大的是_____；第一电离能最大的是_____；原子半径最大的是_____。元素: (1) K (2) Ca (3) S (4) Cl

9、(2分) 就分子或键的极性而言, 在 CO_2 分子中, C—O 键是_____键, CO_2 分子是_____性分子, 固态 CO_2 为_____晶胞, 晶格节点上的微粒相互间靠_____力结合起来。

10、(2分) 完成并配平下列反应方程式: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CrO}_2^-$ 反应, 配平的离子方程式为_____；此反应中的氧化剂是_____，还原剂是_____。

11、(2分) 下列两反应: (1) $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+}(1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}) \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}) + \text{Cu}$, (2) $2\text{Zn} + 2\text{Cu}^{2+}(1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}) \longrightarrow 2\text{Zn}^{2+}(1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}) + 2\text{Cu}$, 则两个反应的下述各项的关系是 E^\ominus _____; E _____; K_1^\ominus 和 K_2^\ominus _____ (填相同或不同)。 $\Delta_r G_{m1} =$ _____ $\Delta_r G_{m2}$ 。

12、(2分) 将 0.62 g 某试样溶于 100 g 水中, 溶液的凝固点为 -0.186°C , 则该试样的相对分子质量为 _____, 在室温下此溶液的渗透压为_____。(水的 $K_f=1.86 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$)。

13、(2分) 配位化合物 $[\text{PtCl}(\text{NH}_3)_3]\text{Br}_3$ 的中心离子是 _____, 配位原子是 _____, 配位数为 _____, 它的系统命名的名称为_____。

14、(2分) 原子序数为 47 的原子核外电子排布式为 _____, 元素为_____。

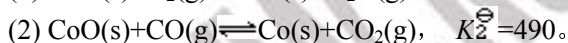
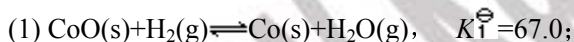
15、(4分) 填写下表

分子	中心原子杂化方式	等性与否	分子空间构型	分子有无极性
SiF_4				
NO_2				

四、根据题目要求, 通过计算解答下列各题。(本大题共 5 小题, 总计 30 分)

1、(本小题 5 分)

已知在 823K 和标准条件时,



计算在该条件下, 下述反应(3) $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta_r G_m^\ominus$

2、(本小题 6 分) 当燃料不完全燃烧时, 会产生 CO 污染空气。试通过计算说明能否用热分解的方法消除此污染? CO 的热分解方程式为: $\text{CO}(\text{g}) = \text{C}(\text{s}) + (1/2)\text{O}_2(\text{g})$, 已知: $\Delta_r G_m^\ominus(\text{CO}, \text{g}, 298.15 \text{ K}) = -137.17 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $S_m^\ominus(\text{CO}, \text{g}, 298.15 \text{ K}) = 197.56 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $S_m^\ominus(\text{C}, \text{s}, 298.15 \text{ K}) = 5.74 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, 固体碳以石墨计, $S_m^\ominus(\text{O}_2, \text{g}, 298.15 \text{ K}) = 205.03 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

3、(本小题 5 分) 计算 $0.0500 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ H_2CO_3 溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{HCO}_3^-)$ 、 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 各为多少? [已知 H_2CO_3 $K_{a1}^\ominus = 4.30 \times 10^{-7}$, $K_{a2}^\ominus = 5.61 \times 10^{-11}$]

4、(本小题 5 分)

试计算 18°C 时, MgF_2 在 $0.20 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ NaF 溶液中的溶解度($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$)。[已知 18°C 时 $K_s^\ominus(\text{MgF}_2) = 7.1 \times 10^{-9}$]

5、(本小题 9 分)

已知原电池 $(-)\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}(c=?)||\text{Mn}^{2+}(0.10 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}), \text{H}^+(0.0010 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3})|\text{MnO}_2|\text{Pt}(+)$ 的 $E = 0.62 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{MnO}_2/\text{Mn}) = 1.23 \text{ V}$ 。

求(1) 此时的 $c(\text{Cu}^{2+}) = ?$

(2) 写出电池反应式，并计算其 K^\ominus (298.15 K)。

