

北京科技大学

2010 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 4 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。带计算器

一、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、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。答: ()
- 2、催化剂能加快反应进行, 是由于它改变了反应途径, 使反应活化能下降。答: ()
- 3、对于等温等压条件的化学反应, 若其 $\Delta_r G_m < 0$, 则其绝对值越大, 反应速率也越快。答: ()
- 4、利用反应 $\text{Zn} + 2\text{Ag}^+ = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag}$ 组成原电池, 当 $c(\text{Zn}^{2+}) = c(\text{Ag}^+) = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 时, 该电池的电动势为 $E = E_+ - E_- = 2E^\ominus(\text{Ag}^+/\text{Ag}) - E^\ominus(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$ 。答: ()
- 5、用两条相同的锌棒, 一条插入盛有 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ ZnSO}_4$ 溶液的烧杯中, 另一条插入盛有 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ ZnSO}_4$ 溶液的烧杯中, 并用盐桥将两只烧杯中溶液联接起来, 便可组成一个原电池。答: ()
- 6、已知: $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, $E^\ominus = 0.77 \text{ V}$ 。则对电极反应: $3\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- = 3\text{Fe}^{2+}$, 其 $E^\ominus = 3 \times 0.77 \text{ V} = 2.31 \text{ V}$ 。答: ()
- 7、 BCl_3 分子中的化学键是极性共价键, 所以它是极性分子。答: ()
- 8、塑料与合成树脂是同义词, 如聚氯乙烯塑料即聚氯乙烯树脂。答: ()
- 9、碱性氧化物指的是金属元素的氧化物, 酸性氧化物是指非金属元素的氧化物。答: ()
- 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 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{M}(\text{s}) = \text{Fe}(\text{s}) + \text{MO}(\text{s})$ 自发进行。则可知在该条件下 $\Delta_r G_m(\text{MO}, \text{s}) < \Delta_r G_m(\text{FeO}, \text{s})$ 。答: ()
- 11、当主量子数 $n=2$ 时, 其角量子数 l 只能取一个数 1。答: ()
- 12、 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。答: ()
- 13、s 电子绕核运动的轨道为一圆圈, 而 p 电子走的是 8 字形轨道。答: ()
- 14、所有的卤素氢化物的水溶液都是强酸。答: ()
- 15、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 碱性强于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。答: ()
- 16、凡是 d 轨道中存在未成对电子的过渡金属离子的水溶液一般都具有一定的颜色, 而没有未成对 d 电子的过渡金属离子的水溶液都是无色的。答: ()
- 17、任何自发进行的反应, 其熵变总是大于零。答: ()
- 18、混合物一定是多相系统, 纯物质一定是单相系统。答: ()
- 19、第 II 主族单质的熔点较相应的第 I 主族单质的熔点高。答: ()
- 20、在一定温度下, 取尿素和甘油各 1.0g, 分别溶于 100g 水中, 这两种水溶液的蒸气压相同。答: ()
- 21、在一玻璃球内装有气体 (可视作理想气体), 连接着另一真空的玻璃球, 打开两球之间的活塞使之相通, 则系统 (取两玻璃球为系统) 的熵值增大。答: ()
- 22、C—C 键的键能为 $348 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以 C=C 双键的键能为 $2 \times 348 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。答: ()
- 23、外层电子为 18 电子构型的都是位于 p 区元素的离子。答: ()
- 24、 χ_p 图是指 p 电子云在 Y 轴方向的伸展图。答: ()
- 25、正、负离子相互极化, 导致键的极性增强, 使离子键转变为共价键。答: ()
- 26、螯合物的稳定性大于一般配合物。答: ()
- 27、水与甲醇分子间只存在诱导力、取向力和氢键。答: ()
- 28、水溶液中, Fe^{3+} 氧化 I^- 的反应, 因加入 F^- 会使反应的趋势变小。答: ()
- 29、只从 $\Delta_r S$, $\Delta_r H$ 和 $\Delta_r G$ 三个热力学函数数值的大小, 不能预言化学反应速率的大小。答: ()
- 30、已知 HCN 是直线形分子, 所以它是非极性分子。答: ()

二、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、在某容器内装有 0.40mol 的氧气、0.10mol 的氮气，气体总压力为 100Pa。则氧气的分压力为 答：()
 (1) 0.4 Pa (2) 80 Pa (3) 40 Pa (4) 20 Pa
- 2、反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_3(\text{g})$ 在 853K 达到平衡时的气体分压力： SO_2 为 22.4kPa， O_2 为 33.0kPa， SO_3 为 46.0kPa，则此温度下上述反应的标准平衡常数 $K^\ominus$ 的数值为 答：()
 (1) 0.0622 (2) 0.128 (3) 7.81 (4) 12.8
- 3、汽车水箱中的水，若加入 60%（体积分数）乙二醇，则凝固点将 答：()
 (1) 先升高，后降低 (2) 升高 (3) 降低 (4) 不变
- 4、首先建立原子核外电子运动波动方程式的科学家是 答：()
 (1) 玻尔 (2) 薛定谔 (3) 普朗克 (4) 吉布斯
- 5、对于放热反应，温度增高 10℃，将会 答：()
 (1) 不改变反应速率 (2) 平衡常数增加 2~4 倍 (3) 平衡常数减小 (4) 平衡常数不变
- 6、对任意给定的化学反应方程式 $\text{A} + \text{B} = 2\text{D}$ ，可表明的是 答：()
 (1) 反应物的化学计量数之和为 2，故为二级反应 (2) 反应式两边的化学计量数之和相等，故 $\Delta_r S_m^\ominus \approx 0$
 (3) 反应物与产物间的化学计量关系 (4) (基)元反应
- 7、下列各物质熔点最高的是 答：()
 (1) FeS (2) WC (3) BaCO_3 (4) CaC_2
- 8、在配合物 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 中，中心离子的氧化数是 答：()
 (1) +1 (2) +3 (3) +2 (4) +5
- 9、已知 $\text{AgCl}(\text{s})$ 在 298.15K 时的标准生成摩尔吉布斯函数为 $-109.80\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，则反应 $2\text{AgCl}(\text{s}) = 2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r G_m^\ominus(298.15\text{K})$ 为 答：()
 (1) $-109.80\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (2) $109.80\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (3) $219.60\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (4) $-219.60\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- 10、已知 298.15 K 时， $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ， $\Delta_r H_m^\ominus = -870.3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ； $\text{C}(\text{石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$ ， $\Delta_r H_m^\ominus = -393.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ； $\text{H}_2(\text{g}) + (1/2)\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ， $\Delta_r H_m^\ominus = -285.9\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；则反应 $2\text{C}(\text{石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OOH}(\text{l})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus(298.15\text{K})$ 为多少？ 答：()
 (1) $977.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (2) $-1358.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (3) $-488.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (4) $190.9\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- 11、某反应的活化能为 $90\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，则可求出当反应温度自 10℃ 升高至 20℃ 时，其反应速率（大约）将变为 10℃ 时的 答：()
 (1) 1.7 倍 (2) 2 倍 (3) 3.7 倍 (4) 4 倍
- 12、引起丁铎尔效应的是光的 答：()
 (1) 折射作用 (2) 反射作用 (3) 散射作用 (4) 干涉作用
- 13、一定温度下，某难溶盐 MX_2 的溶解度 S （以 $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 为单位）与 $K_s^\ominus(\text{MX}_2)$ 的关系为 答：()
 (1) $S = K_s^\ominus$ (2) $S^2 = K_s^\ominus$ (3) $2S^3 = K_s^\ominus$ (4) $4S^3 = K_s^\ominus$
- 14、为计算二元弱酸溶液的 pH 值，下列说法中正确的是 答：()
 (1) 只考虑第一级解离，忽略第二级解离 (2) 二级解离必须同时考虑
 (3) 只考虑第二级解离 (4) 与第二级解离完全无关
- 15、常温下，往 $1.0\text{dm}^3 0.10\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\text{HAc}$ 溶液中加入一些 NaAc 晶体并使之溶解，可能发生的变化是 答：()
 (1) HAc 的 $K_s^\ominus$ 值增大 (2) HAc 的 $K_s^\ominus$ 值减小 (3) 溶液的 pH 值增大
 (4) 溶液的 pH 值减小 (5) HAc 的解离度减小
- 16、钢铁由于吸附氧气浓度不同而引起差异充气腐蚀时，发生阳极金属溶解，是由于阳极处的氧气浓度和 $E(\text{O}_2/\text{OH}^-)$ （与阴极处相比较） 答：()
 (1) 分别为较大和较小 (2) 分别为较小和较大 (3) 均较大 (4) 均较小
- 17、下列说法正确的是 答：()
 (1) 一定温度下气液两相达平衡时的蒸气压称为该液体的在此温度下的饱和蒸气压
 (2) 氢的电极电势是零
 (3) 催化剂既不改变反应的 $\Delta_r H_m$ ，也不改变反应的 $\Delta_r S_m$ 和 $\Delta_r G_m$
 (4) 离子浓度很稀的溶液，在计算中尤其要考虑用活度来代替浓度
- 18、镧系收缩的后果之一是使下列哪组元素的性质极为相似 答：()
 (1) Mn 和 Tc (2) Ru, Rh, Pd (3) Sc 和 La (4) Zr 和 Hf (5) La 系和 Ac 系
- 19、下列分子中电偶极矩不为零的是 答：()
 (1) CCl_4 (2) H_2S (3) CO_2 (4) CS_2
- 20、下列晶体中，熔化时只需克服色散力的是 答：()
 (1) MgF_2 (2) HF (3) SiCl_4 (4) SiC (5) Ag
- 21、下列分子中，键角最大的是 答：()
 (1) BF_3 (2) H_2O (3) BeH_2 (4) CCl_4

- 22、原子中主量子数为 3 的电子所处的状态应有 答: ()
 (1) 16 种 (2) 18 种 (3) 32 种 (4) 8 种 (5) 9 种
- 23、下列元素的第二电离能, 估计最大的是 答: ()
 (1) Na (2) Mg (3) Al (4) Si
- 24、在下列各种晶体中, 含有简单独立分子的晶体是 答: ()
 (1) 原子晶体 (2) 离子晶体 (3) 分子晶体 (4) 金属晶体
- 25、二级反应的速率常数 k 的量纲应是 答: ()
 (1) (浓度)⁻²·(时间)⁻¹ (2) (浓度)·(时间)⁻¹ (3) (时间)⁻¹ (4) (浓度)⁻¹·(时间)⁻¹
- 26、下列说法正确的是 答: ()
 (1) 理想气体状态方程式适用于低温高压下的真实气体
 (2) 聚集状态相同的几种物质混合在一起, 一定组成单相系统
 (3) 任何具有相同物理及化学性质, 而且完全均匀的部分称为相
 (4) 若混合气体中各组分的摩尔分数相等, 则各组分的物质的量必然相等
 (5) 同温下, 密度越大的气体, 其压力一定也越大
- 27、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 答: ()
 (1) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (2) HAc (3) Na_2CO_3 (4) KNO_3
- 28、下列叙述正确的是 答: ()
 (1) 因为 $\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Ni}$ 的 $E^\ominus$ 为 -0.26V , 所以 $2\text{Ni}^{2+} + 4\text{e}^- = 2\text{Ni}$ 的 $E^\ominus$ 为 -0.52V 。
 (2) 含氧酸盐作氧化剂时的氧化能力通常随溶液 pH 值减小而增强。
 (3) 同一元素高价化合物的氧化性必高于低价化合物的氧化性。
 (4) 因 $E^\ominus(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.36\text{V} > E^\ominus(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = 1.23\text{V}$, 故不可能采用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 与盐酸作用制取氯气。
- 29、下列各种对于配位数的描述中正确的是 答: ()
 (1) 大多数金属离子的特征配位数等于其氧化数 (2) 配位数是指配位体的数目
 (3) 配位数是指与中心离子按配位键结合的配位原子数 (4) 配位数等于中心离子中所存在的未成对电子数
- 30、对于某过程, 下列物理量的数值大小不取决于反应途径的是 答: ()
 (1) 系统吸收的热量 (2) 系统所做的功 (3) 系统的内能变化 (4) 系统的吉布斯函数变

三、填空题。(本大题共 11 小题, 总计 30 分)

- 1、(本小题 2 分) 根据杂化轨道理论, 可判定 H_2Se 分子中 Se 成键轨道采用的是_____杂化轨道。
- 2、(本小题 2 分) 一定温度下, 比较浓度均为 $0.01\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的下列水溶液的渗透压相对大小: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (蔗糖) _____ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ _____ KCl (填>、<或=)。
- 3、(本小题 2 分) 在 $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ 的水溶液中可能存在的离子有:_____。
- 4、(本小题 2 分) 一定温度下, 在 CaCO_3 饱和溶液中, 加入 Na_2CO_3 溶液, 结果降低了 CaCO_3 的_____, 这种现象称为_____。
- 5、(本小题 2 分) 某电极与饱和甘汞电极 [$E(\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}) = 0.2415\text{V}$], 组成原电池, 测得电动势 $E = 0.0987\text{V}$, 且已知该电极上发生还原反应, 则该电极的 $E =$ _____V。
- 6、(本小题 2 分) 将下列物质分别溶解于水配制成浓度相同的稀的水溶液, 其蒸气压下降最大的是_____, 沸点最低的是_____, 凝固点最低的是_____, 渗透压最小的是_____。
- 供选物质: (1) 乙二醇; (2) NaCl ; (3) HAc ; (4) MgCl_2 。
- 7、(本小题 3 分) $2\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 和 $1.5\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}\text{KI}$ 溶液等体积相混合, 欲验证它们是否能发生反应的最方便、有效的实验方法是_____, 这将产生_____现象, 该反应的离子方程式为_____。
- 8、(本小题 3 分) 25°C 时, 若将 $0.010\text{dm}^3\text{1.0mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的 CaCl_2 溶液和 $0.010\text{dm}^3\text{0.20mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的氨水混合后, 溶液中 $c(\text{OH}^-) =$ _____ $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, 反应商 $Q = \{c(\text{Ca}^{2+})/c^\ominus\} \cdot \{c(\text{OH}^-)/c^\ominus\}^2 =$ _____, 体系中_____ (有、无) 沉淀生成。(已知 $K_b^\ominus(\text{NH}_3) = 1.77 \times 10^{-5}$, $K_{sp}^\ominus\{\text{Ca}(\text{OH})_2\} = 5.5 \times 10^{-6}$ 。)
- 9、(本小题 4 分) 估计 NCl_3 分子的空间构型为_____, 氮原子采用_____轨道与氯原子的_____轨道成键, NCl_3 分子之间存在的作用力有_____。
- 10、(本小题 4 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_____晶体, 晶格节点上的微粒相互间靠_____力结合起来。

11、(本小题 4 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_____。

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 6 分)

已知反应 $C_2H_6(g) = C_2H_4(g) + H_2(g)$, 及 298.15 K 时的 $\Delta_r G_m^\ominus$: $C_2H_6(g)$ 为 $-23.47 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $C_2H_4(g)$ 为 $68.11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $H_2(g)$ 为 0。(1)试计算反应在 298.15 K 时的标准平衡常数 $K^\ominus$; (2)当 $p(C_2H_6)=80 \text{ kPa}$, $p(C_2H_4)=30 \text{ kPa}$, $p(H_2)=3 \text{ kPa}$, 温度为 298.15K 时, 通过计算说明上述反应自发进行的方向?

2、(本小题 5 分)

已知: $E^\ominus(Fe^{3+}/Fe^{2+})=0.77 \text{ V}$, $E^\ominus(I_2/I^-)=0.54 \text{ V}$, 判断反应 $2Fe^{3+} + 2I^- = 2Fe^{2+} + I_2$ 进行的方向, 并计算 25°C 时该反应的标准平衡常数。

3、(本小题 5 分)

常温下, 用强酸水溶液可溶解难溶于水的氢氧化物, 如 $Al(OH)_3$, $Al(OH)_3(s) + 3H^+(aq) = Al^{3+}(aq) + 3H_2O(l)$, 计算该反应的标准平衡常数。(已知 $K_s^\ominus\{Al(OH)_3\}=5 \times 10^{-33}$ 。)

4、(本小题 8 分)

已知 $E^\ominus(Cl_2/Cl^-)=1.36 \text{ V}$, $E^\ominus(Fe^{3+}/Fe^{2+})=0.77 \text{ V}$, $F=96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

写出下列原电池的总反应式, 并计算其电动势和 $\Delta_r G_m^\ominus(298.15K)$ 。

$(-)Pt|Fe^{2+}(0.010 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}), Fe^{3+}(0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3})||Cl^-(2.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3})|Cl_2(100 \text{ kPa})|Pt(+)$

5、(本小题 6 分)

已知硝基苯的凝固点下降常数为 $8.10 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 现将某有机化合物 2.08 g 溶解到 250 g 硝基苯中, 其凝固点下降了 0.260°C , 试通过计算说明下列问题:

(1)该有机化合物的摩尔质量为多少?

(2)17°C 时, 若将该化合物 4.17 g 溶解到 500 g 硝基苯中, 溶液的渗透压是多少? (溶液密度近似为 $1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)