

# 汕头大学 2020 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 821

科目名称: 物理化学

适用专业: 化学、应用化学、工业催化、材料与化工

## 考生须知

答案一律写在答题纸上, 答在试题纸上的不得分! 请用黑色字迹签字笔作答, 答题要写清题号, 不必抄原题。

### 一 单项选择题 (每小题 1.5 分, 共 45 分)

- 1、两瓶不同种类的理想气体 A 与 B, 已知 A 的摩尔质量大于 B 的摩尔质量, 如果它们的平均平动能相同, 密度相同, 则 ( )  
(A)  $P_A > P_B$  (B)  $P_A < P_B$  (C)  $P_A = P_B$  (D) 无法判断
- 2、在温度、体积都恒定的容器中, 有 0.65 mol 理想气体 A 和 0.35 mol 理想气体 B, 若向容器中再加入 0.5 mol 理想气体 C, 则气体 B 的分压和分体积 ( )  
(A)  $P_B$  不变,  $V_B$  不变 (B)  $P_B$  不变,  $V_B$  变小  
(C)  $P_B$  变小,  $V_B$  不变 (D)  $P_B$  不变,  $V_B$  变大
- 3、若在高温高压下, 某实际气体的分子所占有的空间的影响用体积因子 b 来表示, 则描述该气体较合适的状态方程是 ( )  
(A)  $pV_m = RT + b$  (B)  $pV_m = RT - b$   
(C)  $pV_m = RT + bp$  (D)  $pV_m = RT - bp$
- 4、苯在一个刚性的绝热容器中燃烧,  $C_6H_6(l) + \frac{15}{2} O_2 = 6CO_2(g) + 3H_2O(g)$ , 下列各关系式正确的是 ( )  
(A)  $\Delta U = 0, \Delta H < 0, Q = 0$  (B)  $\Delta U = 0, \Delta H > 0, W = 0$   
(C)  $\Delta U = 0, \Delta H = 0, Q = 0$  (D)  $Q < 0, W = 0, \Delta U < 0$
- 5、在一个体积恒定的绝热箱中有一绝热隔板, 其两侧放有 n、T、p 皆不相同的  $N_2(g)$ ,  $N_2(g)$  视为理想气体。今抽去隔板达到平衡, 以  $N_2(g)$  作为系统, 此过程的 ( )  
(A)  $W = 0, \Delta U = 0, \Delta H = 0$  (B)  $W > 0, \Delta U > 0, \Delta H > 0$   
(C)  $W < 0, \Delta U < 0, \Delta H < 0$  (D)  $W = 0, \Delta U = 0, \Delta H > 0$
- 6、 $p = 1 \times 10^6 Pa$  时, 某气体反应在  $T_1 = 400 K$  的热效应与  $T_2 = 800 K$  时的热效应相等, 则两种条件下反应的熵变 ( )  
(A)  $\Delta_r S_m(T_1) > \Delta_r S_m(T_2)$  (B)  $\Delta_r S_m(T_1) = \Delta_r S_m(T_2)$   
(C)  $\Delta_r S_m(T_1) < \Delta_r S_m(T_2)$  (D) 不能确定其相对大小
- 7、恒压下, 纯物质当温度升高时其 Gibbs 自由能 ( )  
(A) 增加 (B) 下降 (C) 不变 (D) 难以确定
- 8、恒温下, B 溶解于 A 中形成溶液, 若纯 B 的摩尔体积大于溶液中 B 的偏摩尔体积, 则增加压力将使 B 在 A 中的溶解度如何变化? ( )  
(A) 增大 (B) 减小 (C) 不变 (D) 不一定
- 9、两只烧杯各有 1 kg 水, 向 A 杯中加入 0.01 mol 蔗糖, 向 B 杯中溶入 0.01 mol NaCl, 两只烧杯按同样速度冷却降温, 则有 ( )  
(A) A 杯先结冰 (B) B 杯先结冰 (C) 两杯同时结冰 (D) 两杯都不会结冰
- 10、若已知某溶液中物质 B 的偏摩尔混合 Gibbs 自由能为  $-889.62 J \cdot mol^{-1}$ , 温度为 300 K 时, B 的活度  $a_B$  为 ( )

## 汕头大学 2020 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

- (A) 0.65      (B) 0.7      (C) 0.8      (D) 0.56
- 11、组分 X 与 Y 可按一定比例形成低恒沸混合物，已知纯组分 Y 的沸点高于纯组分 X，若将任意比例的 X+Y 在精馏塔中蒸馏，则塔顶馏出物是( )  
 (A) 纯 X      (B) 纯 Y      (C) 低恒沸混合物      (D) 根据 X、Y 的比例不同而不同
- 12、水的三相点附近，其汽化热和熔化热分别为  $44.82 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  和  $5.99 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。则在三相点附近冰的升华热约为( )  
 (A)  $38.33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$       (B)  $50.81 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 (C)  $-38.33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$       (D)  $-50.81 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 13、分子的平动、转动和振动的能级间隔的大小顺序是( )  
 (A) 振动能 > 转动能 > 平动能      (B) 振动能 > 平动能 > 转动能  
 (C) 平动能 > 振动能 > 转动能      (D) 转动能 > 平动能 > 振动能
- 14、三维平动子的平动能是  $E_r = \frac{6h^2}{8mV^{2/3}}$ ，能级的简并度为( )  
 (A) 1      (B) 2      (C) 3      (D) 6
- 15、双原子分子以平衡位置为能量零点，其振动的零点能等于( )  
 (A)  $kT$       (B)  $1/2 kT$       (C)  $h\nu$       (D)  $1/2 h\nu$
- 16、在下列电解质水溶液中摩尔电导率最大的是( )  
 (A)  $0.001 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{HAc}$       (B)  $0.001 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KCl}$   
 (C)  $0.001 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KOH}$       (D)  $0.001 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{HCl}$
- 17、对于同一电解质的水溶液，当其浓度逐渐增加时，何种性质将随之增加( )  
 (A) 在稀溶液范围的内电导率      (B) 摩尔电导率  
 (C) 电解质的离子平均活度系数      (D) 离子淌度
- 18、将反应  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$  设计成可逆电池，选出下列电池中正确的一个( )  
 (A)  $\text{Pt} | \text{H}_2 | \text{H}^+(\text{aq}) || \text{OH}^-(\text{aq}) | \text{O}_2 | \text{Pt}$       (B)  $\text{Pt} | \text{H}_2 | \text{NaOH}(\text{aq}) || \text{O}_2 | \text{Pt}$   
 (C)  $\text{Pt} | \text{H}_2 | \text{NaOH}(\text{aq}) || \text{HCl}(\text{aq}) | \text{H}_2 | \text{Pt}$       (D)  $\text{Pt} | \text{H}_2(p_1) | \text{H}_2\text{O}(\text{l}) | \text{H}_2(p_2) | \text{Pt}$
- 19、下列两个电池，电动势分别为  $E_1$  和  $E_2$ ：( )  
 $\text{H}_2(p^\ominus) | \text{KOH}(0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}) | \text{O}_2(p^\ominus)$   
 $\text{H}_2(p^\ominus) | \text{H}_2\text{SO}_4(0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}) | \text{O}_2(p^\ominus)$   
 两个电动势的大小为  
 (A)  $E_1 < E_2$       (B)  $E_1 > E_2$       (C)  $E_1 = E_2$       (D) 不能确定
- 20、通过电动势的测定，可以求难溶盐的活度积，今欲求  $\text{AgCl}$  的活度积，则应设计的电池为( )  
 (A)  $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{HCl}(\text{aq}) || \text{Cl}_2(p) | \text{Pt}$       (B)  $\text{Pt} | \text{Cl}_2 | \text{HCl}(\text{aq}) || \text{AgNO}_3(\text{aq}) | \text{Ag}$   
 (C)  $\text{Ag} | \text{AgNO}_3(\text{aq}) || \text{HCl}(\text{aq}) | \text{AgCl} | \text{Ag}$       (D)  $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{HCl}(\text{aq}) || \text{AgCl} | \text{Ag}$
- 21、用铜电极电解  $\text{CuCl}_2$  的水溶液，在阳极上会发生( )  
 (A) 析出氧气      (B) 析出氢气      (C) 析出铜      (D) 铜电极溶解
- 22、原电池放电时，随电流密度增加，则有( )  
 (A) 正极电势变高，负极电势变高      (B) 正极电势变高，负极电势变低  
 (C) 正极电势变低，负极电势变高      (D) 正极电势变低，负极电势变低

## 汕头大学 2020 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

- 23、塔菲尔 (Tafel) 公式  $\eta = a + b \lg j$  的适用范围是 ( )  
(A) 仅限于氢超电势 (B) 仅限于  $j=0$ , 电极电势稍有偏差的情况  
(C) 仅限于阴极超电势, 可以是析出氢, 也可以是其他  
(D) 可以是阴极超电势, 也可以是阳极超电势
- 24、某反应进行时, 反应物浓度与时间成线性关系, 则此反应的半衰期与反应物初始浓度 ( )  
(A) 成正比 (B) 成反比 (C) 平方成反比 (D) 无关
- 25、 $2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$  的速率常数单位是  $\text{s}^{-1}$ , 对该反应的下述判断哪个正确 ( )  
(A) 单分子反应 (B) 双分子反应 (C) 复合反应 (D) 不能确定
- 26、反应  $\text{A} \xrightarrow{K} \text{B}$  (1),  $\text{A} \xrightarrow{K} \text{D}$  (2)。已知反应 (1) 的活化能  $E_1$  大于反应 (2) 的活化能  $E_2$ , 以下措施中哪一种不能改变获得 B 和 D 的比例。( )  
(A) 提高反应温度 (B) 延长反应时间 (C) 加入适当催化剂 (D) 降低反应温度
- 27、根据碰撞理论, 温度增加反应速率提高的主要原因是 ( )  
(A) 活化能降低 (B) 碰撞频率提高  
(C) 活化分子所占比例增加 (D) 碰撞数增加
- 28、破坏臭氧的反应机理为 ( )  
 $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$   
 $\text{NO}_2 + \text{O} \rightarrow \text{NO} + \text{O}_2$   
此机理中, NO 是  
(A) 总反应的产物 (B) 总反应的反应物  
(C) 催化剂 (D) 上述都不是
- 29、水平放置的毛细管内装有普通不润湿性液体, 当将毛细管右端用冰块冷却时, 管内液体将 ( )  
(A) 向左移动 (B) 向右移动  
(C) 不移动 (D) 左右来回移动
- 30、气固相反应  $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2(\text{g})$  已达平衡。在其他条件不变的情况下, 若把  $\text{CaCO}_3$  (s) 的颗粒变得很小, 则平衡 ( )  
(A) 向左移动 (B) 向右移动  
(C) 不移动 (D) 来回不定移动

### 二、问答题 (每小题 5 分, 共 45 分)

- 1、从同一始态膨胀至体积相同的终态时, 为什么理想气体的恒温膨胀功总大于绝热可逆膨胀功?
- 2、联系电化学和热力学的主要公式是什么? 电化学中能用实验测定哪些数据? 如何用电势法测定溶度积常数  $K_{sp}^\ominus$ , 标准摩尔反应焓变  $\Delta_r H_m^\ominus$ ?
- 3、孤立系统从始态不可逆进行到终态  $\Delta S > 0$ , 若从同一始态可逆进行至同一终态时  $\Delta S =$

## 汕头大学 2020 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

0. 这一说法是否正确?

4. 对  $aA + bB \rightarrow cC$  反应来说  $\Delta_r G_m = \Delta_r G_m^\ominus + RT \ln \frac{C_C^c}{C_A^a C_B^b}$ 。从式中可见, 当产物浓

度  $C_C^c = 0$  时,  $\ln \frac{C_C^c}{C_A^a C_B^b} = -\infty$ , 即任何反应总能自发进行, 那么用  $\Delta_r G_m$  来判断化学反应

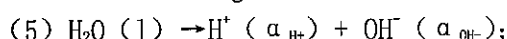
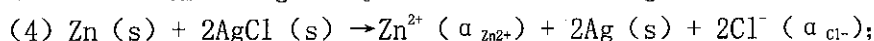
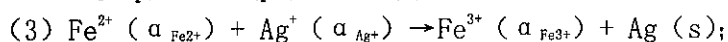
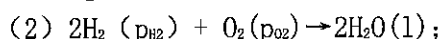
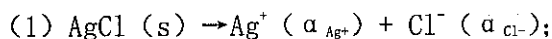
能否自发进行还有什么意义?

5. 指出下列体系分别有几相: (1) 空气; (2) 冰雹; (3) 金刚石和石墨混合物; (4) 白色的冰和盐的共晶体; (5) 一块黄铜(30%的锌-铜合金); (6) 酒精水溶液; (7) 油和水的混合物; (8) 密闭容器中让碳酸钙分解并达平衡; (9) 牛奶。

6. 在电池  $Pt \mid H_2(p) \mid HCl(a_1) \parallel NaOH(a_2) \mid H_2(p) \mid Pt$  中阳极反应是和阴极反应分别是什么?

7. 若天空中的小水滴要起变化, 一定是其中大水滴进行蒸发, 水蒸气凝结在小水滴, 使大小不等的水滴趋于相等。对吗? 为什么?

8. 将下列化学反应设计成电池, 请写出正确的电池书写格式。



9. 用大小不同的  $CaCO_3(s)$  颗粒做热分解实验, 在相同温度下, 哪些晶粒的分解压大? 为什么?

三 计算题 (每小题 10 分, 共 60 分)

1. 在 298 K 时, 有 2 mol  $N_2(g)$ , 初始体积为  $15 \text{ dm}^3$ , 保持温度不变, 经下列三个过程膨胀到终态体积为  $50 \text{ dm}^3$ , 计算各过程的  $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $W$  和  $Q$ 。设气体为理想气体。(1) 自由膨胀; (2) 反抗恒定外压 100 kPa 膨胀; (3) 可逆膨胀。

2. 在 373 K, 压力为 100 kPa 时, 1.0 g  $H_2O(l)$  经下列不同的过程变为 373 K, 100 kPa 的  $H_2O(g)$ , 请分别求出各个过程的  $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $W$  和  $Q$ 。

(1) 在 373K, 100 kPa 压力下  $H_2O(l)$  变成同温、同压的汽;

(2) 先在 373 K, 外压为 50 kPa 下变为汽, 然后可逆加压成 373 K, 100 kPa 的汽

(3) 把  $H_2O(l)$  突然放进恒温 373 K 的高真空中, 控制容积使终态为 100 kPa 的汽, 已知水的汽化热为  $2259 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

3. 某一化学反应, 在 298 K 和大气压力下进行, 当反应进度为 1 mol 时, 放热 40.0 kJ。

## 汕头大学 2020 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

若使反应通过可逆电池来完成，反应进度相同，则吸热 4.0 kJ。(1) 计算反应进度为 1 mol 时的熵变  $\Delta_r S_m$ ；(2) 当该反应不通过可逆电池完成时，求环境的熵变和隔离系统的总熵变，隔离系统的总熵变值说明了什么问题？；(3) 计算系统可能做的最大功的值。

4、在 298 K 时，用 Ag | AgCl 为电极，电解 KCl 的水溶液，通电前溶液中 KCl 的质量分数为  $w(\text{KCl}) = 1.4941 \times 10^{-3}$ ，通电后在质量为 120.99 g 的阴极部溶液中  $w(\text{KCl}) = 1.9404 \times 10^{-3}$ ，串联在电路中的银库仑计中有 160.24 mg 的 Ag 沉积出来，求  $\text{K}^+$  和  $\text{Cl}^-$  的迁移数。

5、以 Ni (s) 为电极，KOH 水溶液为电解质的可逆氢、氧燃料电池，在 298 K 和标准压力下稳定地连续工作，试回答下述问题。

(1) 写出该电池的表达式，电解反应和电池反应。

(2) 求一个 100 W ( $1 \text{ W} = 3.6 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 的电池，每分钟需要供给 298 K, 100 kPa 压力的  $\text{H}_2(\text{g})$  的体积。已知该电池反应没消耗 1 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  时的  $\Delta_r G_m^\ominus = -237.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 该电池的电动势为多少？

6、在有正、逆反应均为一级的对峙反应

$$\text{A} \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} \text{B}$$
，已知其速率常数和平衡常数与温度的关系式分别为

$$\lg(k_1/\text{s}^{-1}) = -2000/(T/\text{K}) + 4.0$$

$$\lg(K) = 2000/(T/\text{K}) - 4.0$$

$$K = k_1/k_{-1}$$

反应开始时， $[\text{A}]_0 = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ， $[\text{B}]_0 = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。试计算：

(1) 求逆反应的活化能；

(2) 400 K 时，反应 10 s，A 和 B 的浓度。