

# 汕头大学 2022 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. 在体系温度恒定的变化中，体系与环境之间：（ ）

- (A) 一定产生热交换 (B) 一定不产生热交换  
(C) 不一定产生热交换 (D) 温度恒定与热交换无关

2. 凡是在孤立体系中进行的变化，其 $\Delta U$ 和 $\Delta H$ 的值一定是：（ ）

- (A)  $\Delta U > 0, \Delta H > 0$  (B)  $\Delta U = 0, \Delta H = 0$  (C)  $\Delta U < 0, \Delta H < 0$  (D)  $\Delta U = 0, \Delta H$  不确定

3. 一定量的理想气体从同一初态分别经历等温可逆膨胀、绝热可逆膨胀到具有相同压力的终态，终态体积分别为 $V_1, V_2$ ，则：（ ）

- (A)  $V_1 > V_2$  (B)  $V_1 < V_2$  (C)  $V_1 = V_2$  (D) 无法确定

4. 理想气体在等温条件下，经恒外压压缩至稳定，此变化中的体系熵变 $\Delta S(\text{体})$ 及环境熵变 $\Delta S(\text{环})$ 应为：（ ）

- (A)  $\Delta S(\text{体}) > 0, \Delta S(\text{环}) < 0$  (B)  $\Delta S(\text{体}) < 0, \Delta S(\text{环}) > 0$

- (C)  $\Delta S(\text{体}) > 0, \Delta S(\text{环}) = 0$  (D)  $\Delta S(\text{体}) < 0, \Delta S(\text{环}) = 0$

5.  $25^\circ\text{C}$ 时，1 mol 理想气体等温膨胀，压力从 10 个标准压力变到 1 个标准压力，体系吉布斯自由能变化多少？（ ）

- (A) 0.04kJ (B) -12.4kJ (C) 1.24kJ (D) -5.70kJ

6. 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

7. 在 400 K 时，液体 A 的蒸气压为 40000 Pa，液体 B 的蒸气压为 60000 Pa，两者组成理想液体混合物，平衡时溶液中 A 的物质的量分数为 0.6，则气相中 B 的物质的量分数为：（ ）

- (A) 0.60 (B) 0.50 (C) 0.40 (D) 0.31

8. 盐碱地的农作物长势不良，甚至枯萎，其主要原因是什么？（ ）

- (A) 天气太热 (B) 很少下雨

- (C) 肥料不足 (D) 水分从植物向土壤倒流

9. NaCl 水溶液和纯水经半透膜达成渗透平衡时，该体系的自由度是：（ ）

- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4

# 汕头大学 2022 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

10. 在 373.15 K 时, 某有机液体 A 和 B 的蒸气压分别为  $p$  和  $3p$ , A 和 B 的某混合物为理想液体混合物, 并在 373.15 K,  $2p$  时沸腾, 那么 A 在平衡蒸气相中的摩尔分数是多少? ( )
- (A) 1/3 (B) 1/4 (C) 1/2 (D) 3/4
11.  $\text{CaCO}_3(\text{s}), \text{CaO}(\text{s}), \text{BaCO}_3(\text{s}), \text{BaO}(\text{s})$  及  $\text{CO}_2(\text{g})$  构成的一个平衡物系, 其组分数为: ( )
- (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5
12. 在相图上, 当体系处于下列哪一点时只存在一个相? ( )
- (A) 恒沸点 (B) 熔点 (C) 临界点 (D) 低共熔点
13. 一密闭容器处于 283.15 K 的恒温环境中, 内有水及其相平衡的水蒸气。现充入惰性气体 (即气体既不与水反应, 也不溶于水中), 则水蒸气的压力: ( )
- (A) 增加 (B) 减少 (C) 不变
- (D) 惰性气体压力低于 101325 Pa, 水蒸气压增加, 高于 101325 Pa 时, 则减小。
14. 反应  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  在 25°C 时平衡常数  $K$  为 4.0, 今以  $\text{CH}_3\text{COOH}$  及  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  各 1mol 混合进行反应, 则达平衡最大产率为: ( )
- (A) 0.334% (B) 33.4% (C) 66.7% (D) 50.0%
15. 理想气体化学反应平衡时, 应用下列哪个关系式? ( )
- (A)  $\Delta_r G_m = -RT \ln K_p^\ominus$  (B)  $\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K_p^\ominus$
- (C)  $\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K_x$  (D)  $\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K_c^\ominus$
16. 下列电解质水溶液中摩尔电导率最大的是: ( )
- (A) 0.001 mol/kg HAc (B) 0.001 mol/kg KCl
- (C) 0.001 mol/kg KOH (D) 0.001 mol/kg HCl
17. 0.001 mol/kg  $\text{K}_2\text{SO}_4$  和 0.003 mol/kg 的  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液在 298 K 时的离子强度是: ( )
- (A) 0.001 mol/kg (B) 0.003 mol/kg
- (C) 0.002 mol/kg (D) 0.012 mol/kg
18. 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) 在稀溶液范围内的电导率 (B) 摩尔电导率
- (C) 电解质的离子平均活度系数 (D) 离子淌度
19. 下列对原电池的描述哪个是不准确的: ( )
- (A) 在阳极上发生氧化反应 (B) 电池内部由离子输送电荷
- (C) 在电池外线路上电子从阴极流向阳极 (D) 当电动势为正值时电池反应是自发的
20. 某燃料电池的反应为:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  在 400 K 时的  $\Delta_r H_m$  和  $\Delta_r S_m$  分别为



# 汕头大学 2022 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

-251.6 kJ/mol 和  $-50 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ , 则该电池的电动势为: ( )

- (A) 1.2 V (B) 2.4 V (C) 1.4 V (D) 2.8 V

21. 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)  $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{HCl(aq)} || \text{Cl}_2(\text{p}) | \text{Pt}$   
 (B)  $\text{Pt} | \text{Cl}_2 | \text{HCl(aq)} || \text{AgNO}_3(\text{aq}) | \text{Ag}$   
 (C)  $\text{Ag} | \text{AgNO}_3(\text{aq)} || \text{HCl(aq)} | \text{AgCl} | \text{Ag}$   
 (D)  $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{HCl(aq)} || \text{AgCl} | \text{Ag}$

22. 有电池反应:

- (1)  $\text{Cu(s)} + \text{Cl}_2(\text{p}^\theta) \rightarrow 1/2\text{Cu}^{2+}(\text{a}=1) + \text{Cl}^-(\text{a}=1) \quad E_1$   
 (2)  $\text{Cu(s)} + \text{Cl}_2(\text{p}^\theta) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{a}=1) + 2\text{Cl}^-(\text{a}=1) \quad E_2$

则电动势  $E_1/E_2$  的关系是: ( )

- (A)  $E_1/E_2 = 1/2$  (B)  $E_1/E_2 = 1$  (C)  $E_1/E_2 = 2$  (D)  $E_1/E_2 = 1/4$

23. 当发生极化现象时, 两电极的电极电势将发生如下变化: ( )

- (A)  $\varphi(\text{平}, \text{阳}) > \varphi(\text{阳}); \varphi(\text{平}, \text{阴}) > \varphi(\text{阴})$   
 (B)  $\varphi(\text{平}, \text{阳}) < \varphi(\text{阳}); \varphi(\text{平}, \text{阴}) > \varphi(\text{阴})$   
 (C)  $\varphi(\text{平}, \text{阳}) < \varphi(\text{阳}); \varphi(\text{平}, \text{阴}) < \varphi(\text{阴})$   
 (D)  $\varphi(\text{平}, \text{阳}) > \varphi(\text{阳}); \varphi(\text{平}, \text{阴}) < \varphi(\text{阴})$

24. 在还原性酸性溶液中,  $\text{Zn}$  的腐蚀速度较  $\text{Fe}$  为小, 其原因是: ( )

- (A)  $\varphi(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})(\text{平}) < \varphi(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})(\text{平})$   
 (B)  $\varphi(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) < \varphi(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$   
 (C)  $\varphi(\text{H}^+/\text{H}_2)(\text{平}, \text{Zn}) < \varphi(\text{H}^+/\text{H}_2)(\text{平}, \text{Fe})$   
 (D)  $\varphi(\text{H}^+/\text{H}_2)(\text{Zn}) < \varphi(\text{H}^+/\text{H}_2)(\text{Fe})$

25. 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  $j \approx 0$ , 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

26. 某反应  $\text{A} \rightarrow \text{B}$ , 反应物消耗  $3/4$  所需时间是其半衰期的 5 倍, 此反应为: ( )

# 汕头大学 2022 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

(A) 零级反应                      (B) 一级反应                      (C) 二级反应                      (D) 三级反应

27. 在平行反应中要提高活化能较低的反应的产率, 应采取的措施为: (      )

(A) 升高反应温度                      (B) 降低反应温度  
(C) 反应温度不变                      (D) 不能用改变温度的方法

28. 受激物的磷光光谱是由于下述哪种原因所致: (      )

(A) 单重态到三重态的跃迁                      (B) 三重态向基态的跃迁  
(C) 振动模式不同                      (D) 核自旋跃迁

29. 同一固体, 大块颗粒和粉状颗粒, 其熔点哪个高? (      )

(A) 大块的高                      (B) 粉状的高                      (C) 一样高                      (D) 无法比较

30. BET 公式的最主要用途之一在于: (      )

(A) 获得高压下的吸附机理                      (B) 获得吸附等量线  
(C) 获得吸附等压线                      (D) 测定固体的比表面

## 二、问答题 (每小题 5 分, 共 45 分)

1、Zn 和稀  $H_2SO_4$  作用: (a) 在敞开口瓶中进行; (b) 在封口瓶中进行。何者放热较多? 请说明原因。

2、为什么温度升高时气体的粘度升高而液体的粘度下降?

3、系统经一个循环后,  $\Delta H$ 、 $\Delta U$ 、 $Q$ 、 $W$  是否皆等于零?

4、在标准压力下, 将室温下的水向真空蒸发为同温同压的气体, 如何设计可逆过程?

5、下列说法是否正确, 为什么?

- (1) 系统所有广延性质都有偏摩尔量。
- (2) 理想液态混合物各组分子间没有作用力。
- (3) 由纯组分混合成理想液态混合物时没有热效应, 故混合熵等于零。
- (4) 任何一个偏摩尔量均是温度、压力和组成的函数。
- (5) 亨利系数与温度、压力以及溶剂和溶质的性质有关。

6、金属电化学腐蚀的机理是什么? 为什么铁的耗氧腐蚀比析氢腐蚀要严重得多? 为什么粗锌 (杂质主要是 Cu, Fe 等) 比纯锌在稀  $H_2SO_4$  溶液中反应得更快?

7、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



# 汕头大学 2022 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

动势法测定各种热力学数据?

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。

- (1)  $\text{AgCl}(\text{s}) + \text{I}(\alpha_{\text{I}}) \rightarrow \text{AgI}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\alpha_{\text{Cl}})$ ;
- (2)  $\text{Cl}_2(\text{p}_{\text{Cl}_2}) + 2\text{I}(\alpha_{\text{I}}) \rightarrow \text{I}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\alpha_{\text{Cl}})$ ;
- (3)  $\text{Sn}^{2+}(\alpha_{\text{Sn}^{2+}}) + \text{Tl}^{3+}(\alpha_{\text{Tl}^{3+}}) \rightarrow \text{Sn}^{4+}(\alpha_{\text{Sn}^{4+}}) + \text{Tl}^+(\alpha_{\text{Tl}^+})$ ;
- (4)  $\text{Pb}(\text{s}) + \text{HgO}(\text{s}) \rightarrow \text{Hg}(\text{l}) + \text{PbO}(\text{s})$ ;
- (5)  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}^+(\alpha_{\text{H}^+}) + \text{OH}^-(\alpha_{\text{OH}^-})$ ;

9、在装有部分液体的毛细管中，当在一端加热时，问润湿性和不润湿性液体分别向毛细管哪一端移动？ $\Delta$ 为加热位置。



三 计算题 (每小题 10 分, 共 60 分)

1. 1mol 理想气体从 300K, 100kPa 下等压加热到 600K, 求此过程的  $Q$ 、 $W$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta S$ 、 $\Delta G$ 。已知此理想气体 300K 时的  $S_m^\ominus = 150.0 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $C_{p,m} = 30.00 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

2. 已知  $\text{Br}_2(\text{g})$  的标准生成焓  $\Delta_f H_m^\ominus = 30.91 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 标准摩尔生成 Gibbs 自由能  $\Delta_f G_m^\ominus = 3.11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。设  $\Delta_f H_m^\ominus$  不随温度而改变, 试计算:

- (1)  $\text{Br}_2(\text{l})$  在 298 K 时的饱和蒸气压;
- (2)  $\text{Br}_2(\text{l})$  在 323 K 时的饱和蒸气压;
- (3)  $\text{Br}_2(\text{l})$  在 100 kPa 时的沸点。

3.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  所组成的二组分系统, 在  $-19.1^\circ\text{C}$  时有一个低共熔点, 此时冰、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{s})$  和浓度为 38.4% (质量分数, 下同) 的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  水溶液平衡共存。在  $108.9^\circ\text{C}$  时  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  饱和溶液 (浓度为 51.8%) 沸腾。

- (1) 试绘出相图示意图;
- (2) 含 30% 的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  水溶液冷却能否得到纯固体  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ? 若不能, 如何得到纯固体  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ?
- (3) 1kg 含 51.8% 的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  水溶液在何温度下能得到最多的纯固体  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 计算出最多能得到的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  的量。

4. 可将煤的燃烧反应  $\text{C}(\text{石墨}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  设计成电池。已知  $25^\circ\text{C}$ 、 $p^\ominus$  时,  $\text{C}(\text{石墨})$  的燃烧焓为  $-393.51 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $\text{C}(\text{石墨})$ 、 $\text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$  的标准摩尔熵分别为 5.69、213.64 和

# 汕头大学 2022 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

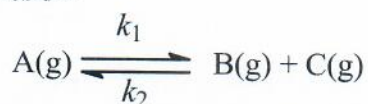
205.03J·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>。

- (1) 求该电池的标准电动势  $E^\theta$ ；
- (2) 若 25°C 时，CO<sub>2</sub> 的压力为 101325Pa，电池电动势  $E=1.012V$ ，求此时氧气的压力；
- (3) 试将反应设计成电池(电解质为氧化物)，并写出电极反应。

5. 在 298K 的标准压力下，以 Pt 为阴极，C（石墨）为阳极，电解含 CdCl<sub>2</sub>（0.01mol·kg<sup>-1</sup>）和 CuCl<sub>2</sub>（0.02mol·kg<sup>-1</sup>）的水溶液。若电解过程中超电势可忽略不计，试问：（设活度因子均为 1）

- (1) 何种金属先在阴极析出？
- (2) 第二章金属析出时，至少须加多少电压？
- (3) 当第二章金属析出时，计算第一种金属离子在溶液中的溶度；
- (4) 事实上 O<sub>2</sub>（g）在石墨上是有超电势的。若设超电势为 0.85V，则阳极上首先应发生什么反应？

6. 有下列反应



式中  $k_1$  和  $k_2$  分别是正向和逆向基元反应的速率常数，它们在不同温度时的数值如下：

温度/K	300	310
$k_1/s^{-1}$	$3.50 \times 10^{-3}$	$7.00 \times 10^{-3}$
$k_2/(s \cdot p^\theta)^{-1}$	$7.00 \times 10^{-7}$	$1.40 \times 10^{-6}$

- (1) 计算上述可逆反应在 300K 时的平衡常数  $K_p$  和  $K$ ；
- (2) 分别计算正向反应与逆向反应的活化能  $E_1$  和  $E_2$ ；
- (3) 计算可逆反应的反应焓  $\Delta H$ ；
- (4) 在 300K 时，若反应容器中开始时只有 A，其初始压力  $p_0$  为  $p^\theta$ ，问系统总压  $p$  达到  $1.5 p^\theta$  时所需时间为多少？(可适当近似)。