

# 昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)

考试科目代码：809

考试科目名称：冶金物理化学

## 考生答题须知

1. 所有题目(包括填空、选择、图表等类型题目)答题答案必须做在考点发给的答题纸上,做在本试题册上无效。请考生务必在答题纸上写清题号。
2. 评卷时不评阅本试题册,答题如有做在本试题册上而影响成绩的,后果由考生自己负责。
3. 答题时一律使用蓝、黑色墨水笔或圆珠笔作答(画图可用铅笔),用其它笔答题不给分。
4. 答题时不准使用涂改液等具有明显标记的涂改用品。

一、选择题。在题后括号内,填上正确答案代号(本大题共 15 小题,每小题 2 分,共 30 分)

1、等压过程是指: ( )。

- (1) 系统的始态和终态压力相同的过程;
- (2) 系统对抗外压力恒定的过程;
- (3) 外压力时刻与系统压力相等的过程;
- (4) 外压力时刻与系统压力相等且等于常数的过程。

2、在一个绝热体积恒定的容器中,发生一个化学反应,使系统的温度从  $T_1$  升高到  $T_2$ , 压力从  $p_1$  升高到  $p_2$ , 则过程的  $Q$  \_\_\_\_\_ 0,  $W$  \_\_\_\_\_ 0,  $\Delta U$  \_\_\_\_\_ 0。( )

- (1)  $Q < 0, W = 0, \Delta U < 0$ ;
- (2)  $Q = 0, W < 0, \Delta U > 0$ ;
- (3)  $Q = 0, W = 0, \Delta U = 0$ ;
- (4)  $Q < 0, W < 0, \Delta U < 0$ ;

3、在同一温度压力下,一定量某物质的熵值 ( )。

- (1)  $S(\text{气}) > S(\text{液}) > S(\text{固})$ ;
- (2)  $S(\text{气}) < S(\text{液}) < S(\text{固})$ ;
- (3)  $S(\text{气}) = S(\text{液}) = S(\text{固})$ ;
- (4)  $S(\text{气}) > S(\text{液}) = S(\text{固})$ 。

4、已知  $\text{C}(\text{s}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$  298 K 时的  $\Delta_r H_m^\ominus = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则该反应在等容条件下进行时的反应热  $Q_V =$  \_\_\_\_\_。( )

- (1)  $-110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- (2)  $-111.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- (3)  $-109.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- (4)  $-112.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

5、液态水在  $100^\circ\text{C}$  及  $101.325 \text{ kPa}$  下汽化成水蒸气, 则该过程的 ( )。

- (1)  $\Delta H = 0$ ;
- (2)  $\Delta S = 0$ ;
- (3)  $\Delta A = 0$ ;
- (4)  $\Delta G = 0$

6、1 mol 理想气体经一等温可逆压缩过程, 则: ( )。

- (1)  $\Delta G > \Delta A$ ;
- (2)  $\Delta G < \Delta A$ ;
- (3)  $\Delta G = \Delta A$ ;
- (4)  $\Delta G$  与  $\Delta A$  无法比较。

7、已知下列反应在 600 K 时的标准摩尔反应焓:

- (1)  $3\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = 2\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}), \Delta_r H_m^\ominus_{,1} = -6.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;
- (2)  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = 3\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}), \Delta_r H_m^\ominus_{,2} = 22.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;
- (3)  $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) = \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}), \Delta_r H_m^\ominus_{,3} = -13.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

则在相同温度下, 反应  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$  的标准摩尔反应焓  $\Delta_r H_m^\ominus =$  \_\_\_\_\_。( )

- (1)  $-29.66 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- (2)  $-22.245 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- (3)  $-7.415 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- (4)  $-14.83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

8、指出关于亨利定律的下列几点说明中，错误的是：（ ）。

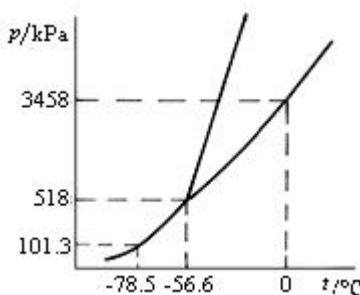
- (1) 溶质在气相和在溶剂中的分子状态必须相同；
- (2) 溶质必须是非挥发性溶质；
- (3) 温度愈高或压力愈低，溶液愈稀，亨利定律愈准确；
- (4) 对于混合气体，在总压力不太大时，亨利定律能分别适用于每一种气体，与其他气体的分压力无关。

9、将  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 、 $\text{CaO}(\text{s})$ 和  $\text{CO}_2(\text{g})$ 以任意比例混合，放入一密闭容器中，一定温度下建立化学平衡，则系统的组分数  $C=$ \_\_\_\_\_；相数  $\Phi=$ \_\_\_\_\_；条件自由度  $f' =$ \_\_\_\_\_。（ ）

- (1) 1 2 1； (2) 2 3 1；
- (3) 2 2 1； (4) 2 3 0。

10、 已知  $\text{CO}_2$  的相图如下，则  $\text{CO}_2$  的三相点的温度为\_\_\_\_\_；压力为\_\_\_\_\_。（ ）

- (1)  $-56.6^\circ\text{C}$  518 kPa； (2)  $0^\circ\text{C}$  3458 kPa；
- (3)  $-78.5^\circ\text{C}$  101.3 kPa。



11、某反应的速率系(常)数  $k=5.0 \times 10^{-5} \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，若浓度单位改为  $\text{mol} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，时间单位改为 min，则  $k$  的数值是：（ ）。

- (1) 3； (2)  $8.33 \times 10^{-10}$ ； (3)  $8.33 \times 10^{-4}$ ； (4)  $3 \times 10^{-3}$ 。

12、在等温等压下影响物质的表面吉布斯函数的因素：（ ）

- (1) 是表面积  $A$ ； (2) 是表面张力  $\sigma$ ；
- (3) 是表面积  $A$  和表面张力  $\sigma$ ； (4) 没有确定的函数关系。

13、电解  $\text{CuSO}_4$  水溶液，使阴极析出  $1\text{molCu}$ ，则通过电解池的电量应为（ ）。

- (1) 192970 C； (2) 19297 C； (3) 96485 C； (4) 9648.5 C。

14、实际电解时，在阴极上首先发生氧化作用而放电的是：（ ）。

- (1) 标准还原电极电势最大者；
- (2) 标准还原电极电势最小者；
- (3) 考虑极化后实际上的不可逆还原电极电势最大者；
- (4) 考虑极化后实际上的不可逆还原电极电势最小者。

15、1000 K 时  $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$  其  $K_1^\ominus = 5.246 \times 10^{12}$ ；

$\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$  其  $K_2^\ominus = 1.719 \times 10^{-5}$

则反应  $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$  的  $K_3^\ominus$  为：（ ）。

- (1)  $1.109 \times 10^{-6}$  (2)  $1.036 \times 10^{-10}$  (3)  $9.018 \times 10^7$  (4)  $4.731 \times 10^{20}$

## 昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题

二、填空题。在题中“\_\_\_\_”处填上答案。(本大题总计 15 分)

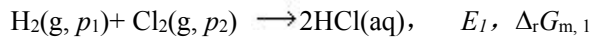
1、(3 分)  $\text{NH}_3(\text{g})$  的  $C_{p,m}/\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 24.77 + 34.49 \times 10^{-3}(T/\text{K})$ 。在 101325 Pa 下, 1 mol  $\text{NH}_3(\text{g})$  由  $-25^\circ\text{C}$  变为  $0^\circ\text{C}$ , 则此过程中  $\text{NH}_3$  的熵变  $\Delta S =$  \_\_\_\_\_。

2、(3 分) 拉乌尔定律可用文字表述为 \_\_\_\_\_。

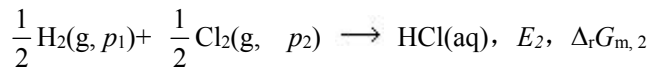
3、(3 分) 范特荷甫等温方程:  $\Delta_r G_m(T) = \Delta_r G_m^\ominus(T) + RT \ln J^\ominus$  中, 表示系统标准状态下性质的是 \_\_\_\_\_, 用来判断反应进行方向的是 \_\_\_\_\_, 用来判断反应进行限度的是 \_\_\_\_\_。

4、(3 分) 某总反应的速率系(常数)与各元反应速率系(常数)的关系为  $k = k_2 \left( \frac{k_1}{2k_4} \right)^{1/2}$ , 则该反应的表观活化能与各元反应的活化能之间的关系为:  $E_a =$  \_\_\_\_\_。(写出表达式即可)。

5、(3 分) 电池  $\text{Pt} | \text{H}_2(\text{g}, p_1) | \text{HCl}(\text{aq}) | \text{Cl}_2(\text{g}, p_2) | \text{Pt}$  的反应可以写成:



或



试表示出  $E_1$  与  $E_2$  的关系 \_\_\_\_\_;

$\Delta_r G_{m,1}$  与  $\Delta_r G_{m,2}$  的关系 \_\_\_\_\_。

三、问答题。请回答下列各题。(本大题共 2 小题, 共 30 分)

1、(15 分) 简述气固多相反应的主要动力学环节, 并请列出至少四个可能影响气固多相反应速率的因素并分析原因。

2、(15 分) 电沉积金属锌时,  $E(\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}) < E(\text{H}^+|\text{H}_2)$ , 但阴极上并没有  $\text{H}_2(\text{g})$  析出, 请解释这一现象。

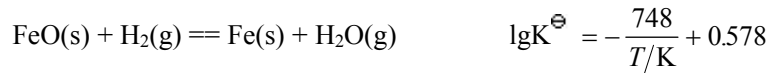
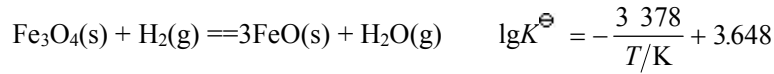
四、计算题(本大题共 75 分)

1、(15 分) 试为反应  $\text{Cd}(\text{s}) + \text{Hg}_2^{2+} \longrightarrow \text{Cd}^{2+} + 2\text{Hg}(\text{l})$  设计一电池。若此电池的电动势与温度的关系为  $E = [0.6708 - 1.02 \times 10^{-4}(T - 298 \text{ K})/\text{K}] \text{ V}$ , 求 318K 时, 反应的  $\Delta_r G_m$ ,  $\Delta_r H_m$  和  $\Delta_r S_m$ 。

2、(15 分) 1 mol, 1180 K 锌蒸气在 101.325 kPa 下凝结并冷却为 693 K 的固态金属锌, 求该过程的  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta U$ 。已知锌的正常沸点为 1180 K, 蒸发焓为  $114.22 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 熔点为 693 K, 熔化焓为  $7.28 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 摩尔质量  $M = 65.39 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。设液态锌的质量定压热容  $c_p = 0.418 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

## 昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题

3、(10 分) 已知以下反应的  $K^\ominus$  与  $T$  的关系:



(1) 写出下列反应的  $K^\ominus$  与  $T$  的关系式:



(2) 在  $800^\circ\text{C}$  下, (1) 中反应达平衡时的气相组成;

(3) 求(1)中反应在  $800^\circ\text{C}$  下的反应  $\Delta_r H_m^\ominus$  及  $\Delta_r S_m^\ominus$ 。

4、(10 分) 某一级反应在 35 min 内反应物 A 反应了 30%。试计算反应速率系(常)数, 并问 5 h 反应了多少?

5、(10 分) 液态锌的蒸气压与温度的关系为:

$$\lg(p/\text{Pa}) = -\frac{6163}{(T/\text{K})} + 10.233$$

实验测出含 Zn 原子比为 30% 的 Cu-Zn 合金熔体  $800^\circ\text{C}$  时锌的蒸气分压力是 2.93 kPa, 此时锌的活度因子(系数)。(以纯液态 Zn 为标准态。)

6、(15 分)

锡-锌系统在等压下的相图如下:

(1) 试确定系统处于  $a, b, c, d, e, f$  各点时的相数及条件自由度;

(2) 试估计能在  $300^\circ\text{C}$  时固化后新剩熔融物的组成;

(3) 1000 g  $w_{\text{Zn}}=0.60$  的熔融物, 若冷却到  $300^\circ\text{C}$  时将析出几克 Zn? 最多可分离出几克固态纯 Zn?

(4) 从 100 g,  $w_{\text{Zn}}=0.30$  的熔融物可得到几克低共熔物? (已知:  $e$  点组成  $w_{\text{Zn}}=0.1$ )

(5) 在  $300^\circ\text{C}$  时于 100 g 的 Sn 中可溶解几克 Zn?

