

# 华南师范大学

化学与环境学院 2018—2019 学年第 (一) 学期期末考试

新能源材料与器件专业《物理化学(上)》试卷(A卷)

年级\_\_\_\_\_ 班级\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_

## 一、选择 (20 小题,共 40 分)

- 实际气体绝热恒外压膨胀时,其温度将 ( )  
A、 升高 B、 降低 C、 不变 D、 不确定
- 在  $p^\ominus$  下,  $C(\text{石墨}) + O_2 \longrightarrow CO_2(g)$  的反应热为  $\Delta_r H_m^\ominus$ , 下列哪种说法是错误的? ( )  
A、  $\Delta_r H_m^\ominus$  是  $CO_2(g)$  的标准生成热 B、  $\Delta_r H_m^\ominus = \Delta_r U_m^\ominus$  C、  $\Delta_r H_m^\ominus$  是石墨的燃烧热 D、  $\Delta_r U_m^\ominus < \Delta_r H_m^\ominus$
- 对某理想气体系统, 假设 AB 为恒温可逆变化, 对外做功为  $W_{AB}$ ; A→C 为绝热可逆变化, 对外做功为  $W_{AC}$ ; A→D 为绝热不可逆变化, 对外做功为  $W_{AD}$ 。B, D, C 态的体积相等。问下述关系哪个正确? ( )  
A、  $W_{AB} > W_{AC}$  B、  $W_{AD} > W_{AC}$  C、  $W_{AB} > W_{AD} <$  D、  $W_{AC} > W_{AD}$
- 某化学反应在恒压、绝热和只作体积功的条件下进行, 体系的温度由  $T_1$  升高到  $T_2$ , 则此过程的焓变  $\Delta H$ : ( )  
A、 小于零 B、 等于零 C、 大于零 D、 不能确定
- 一定量的理想气体从同一始态出发, 分别经 (1) 等温压缩, (2) 绝热压缩到具有相同压力的终态, 以  $H_1, H_2$  分别表示两个终态的焓值, 则有: ( )  
A、  $H_1 > H_2$  B、  $H_1 = H_2$  C、  $H_1 < H_2$  D、  $H_1 \dots H_2$
- 某定量均相纯流体从 298 K,  $10p^\ominus$  恒温压缩时, 总物系的焓增加, 则该物系从 298 K,  $10p^\ominus$  节流膨胀到邻近某一状态时, 物系的温度必将: ( )  
A、 升高 B、 降低 C、 不变 D、 不能确定
- 欲测定有机物燃烧热  $Q_p$ , 使反应在氧弹中进行, 实测得热效应为  $Q_V$ 。公式  $Q_p = Q_V + \Delta n RT$  中的  $\Delta n$  为: ( )  
A、 生成物与反应物总物质的量之差 B、 生成物与反应物中气相物质的量之差  
C、 生成物与反应物中凝聚相物质的量之差 D、 生成物与反应物的总热容差
- 下述哪一种说法正确? ( )  
A、 理想气体的焦耳-汤姆孙系数  $m$  不一定为零 B、 非理想气体的焦耳-汤姆孙系数  $m$  一定不为  
C、 理想气体不能用作电冰箱的工作介质  
D、 使非理想气体的焦耳-汤姆孙系数  $m$  为零的  $p, T$  值只有一组
- 恒温恒压条件下, 某化学反应若在电池中可逆进行时吸热, 据此判断下列热力学量中何者一定大于零?  
A、  $\Delta U$  B、  $\Delta H$  C、  $\Delta S$  D、  $\Delta G$
- $1 \times 10^{-3} \text{kg}$  水在 373 K, 101 325 Pa 的条件下汽化为同温同压的水蒸气, 热力学函数变量为  $\Delta U_1, \Delta H_1$  和  $\Delta G_1$ ; 现把  $1 \times 10^{-3} \text{kg}$  的  $H_2O$  (温度、压力同上) 放在恒 373 K 的真空箱中, 控制体积, 体系终态蒸

气压也为 101 325 Pa, 这时热力学函数变量为  $\Delta U_2$ ,  $\Delta H_2$  和  $\Delta G_2$ 。问这两组热力学函数的关系为: ( )

- A、 $\Delta U_1 > \Delta U_2$ ,  $\Delta H_1 > \Delta H_2$ ,  $\Delta G_1 > \Delta G_2$       B、 $\Delta U_1 < \Delta U_2$ ,  $\Delta H_1 < \Delta H_2$ ,  $\Delta G_1 < \Delta G_2$   
 C、 $\Delta U_1 = \Delta U_2$ ,  $\Delta H_1 = \Delta H_2$ ,  $\Delta G_1 = \Delta G_2$       D、 $\Delta U_1 = \Delta U_2$ ,  $\Delta H_1 > \Delta H_2$ ,  $\Delta G_1 = \Delta G_2$

11. 在等温等压下进行下列相变:  $\text{H}_2\text{O}(\text{s}, -10^\circ\text{C}, p^\ominus) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}, -10^\circ\text{C}, p^\ominus)$

在未指明是可逆还是不可逆的情况下, 考虑下列各式哪些是适用的? ( )

- (1)  $\int \delta Q/T = \Delta_{\text{fus}} S$       (2)  $Q = \Delta_{\text{fus}} H$       (3)  $\Delta_{\text{fus}} H/T = \Delta_{\text{fus}} S$       (4)  $-\Delta_{\text{fus}} G = \text{最大净功}$   
 A、(1), (2)      B、(2), (3)      C、(4)      D、(2)

12. 1 mol 理想气体在室温下进行恒温不可逆膨胀 ( $Q = 0$ ), 使体系体积增大一倍, 则有:

$$\Delta S_{\text{体系}}/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}; \quad \Delta S_{\text{环境}}/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}; \quad \Delta S_{\text{隔离}}/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \quad ( )$$

- A、 5.76      - 5.76      0  
 B、 5.76      0      5.76  
 C、 0      0      0  
 D、 0      5.76      5.76

13. 理想气体在等温条件下反抗恒定外压膨胀, 该变化过程中体系的熵变  $\Delta S_{\text{体}}$  及环境的熵变  $\Delta S_{\text{环}}$  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、  $\Delta S_{\text{体}} < 0$ ,  $\Delta S_{\text{环}} > 0$

14. 有三个大热源, 其温度  $T_3 > T_2 > T_1$ , 现有一热机在下面两种不同情况下工作:

(1) 从  $T_3$  热源吸取  $Q$  热量循环一周对外作功  $W_1$ , 放给  $T_1$  热源热量为  $(Q - W_1)$

(2)  $T_3$  热源先将  $Q$  热量传给  $T_2$  热源, 热机从  $T_2$  热源吸取  $Q$  热量循环一周, 对外作功  $W_2$ , 放给  $T_1$  热源  $(Q - W_2)$  的热量, 则上述两过程中功的大小为: ( )

- A、  $W_1 > W_2$       B、  $W_1 = W_2$       C、  $W_1 < W_2$       D、  $W_1 \geq W_2$

15. 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、  $\Delta S_{\text{体}} < 0$ ,  $\Delta S_{\text{环}} = 0$

16. 理想气体绝热向真空膨胀, 则: ( )

- A、  $\Delta S = 0$ ,  $W = 0$       B、  $\Delta H = 0$ ,  $\Delta U = 0$       C、  $\Delta G = 0$ ,  $\Delta H = 0$       D、  $\Delta U = 0$ ,  $\Delta G = 0$

17. 物质的量为  $n$  的理想气体从  $T_1, p_1, V_1$  变化到  $T_2, p_2, V_2$ , 下列哪个公式不适用 (设  $C_{V,m}$  为常数)? ( )

- A、  $\Delta S = nC_{p,m} \ln(T_2/T_1) + nR \ln(p_2/p_1)$       B、  $\Delta S = nC_{V,m} \ln(p_2/p_1) + nC_{p,m} \ln(V_2/V_1)$   
 C、  $\Delta S = nC_{V,m} \ln(T_2/T_1) + nR \ln(V_2/V_1)$       D、  $\Delta S = nC_{p,m} \ln(T_2/T_1) + nR \ln(p_1/p_2)$

18. 某气体服从状态方程式  $pV_m = RT + bp$  ( $b$  为大于零的常数), 若该气体经等温可逆膨胀, 其热力学能变化 ( $\Delta U$ ) 为: ( )

- A、  $\Delta U > 0$       B、  $\Delta U < 0$       C、  $\Delta U = 0$       D、 不确定值

19. 某气体的状态方程为  $p[(V/n) - b] = RT$ , 式中  $b$  为常数,  $n$  为物质的量。若该气体经一等温过程, 压力自  $p_1$

变至  $p_2$ , 则下列状态函数的变化, 何者为零? ( )

A、 $\Delta U$  B、 $\Delta H$  C、 $\Delta S$  D、 $\Delta G$

20.  $p^s$ ,  $100^\circ\text{C}$  下,  $1\text{mol H}_2\text{O}(\text{l})$  与  $100^\circ\text{C}$  大热源接触, 使水在真空容器中汽化为  $101.325\text{ kPa}$  的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , 设此过程的功为  $W$ , 吸热为  $Q$ , 终态压力为  $p$ , 体积为  $V$ , 用它们分别表示  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta F$ , 下列答案哪个是正确的? ( )

	$\Delta U$	$\Delta H$	$\Delta S$	$\Delta F$	$\Delta G$
(A)	$Q$	$Q+pV$	$(Q+pV)/373\text{K}$	$-pV$	$0$
(B)	$Q-pV$	$Q$	$Q/373\text{K}$	$-pV$	$0$
(C)	$Q-pV$	$Q$	$Q/100\text{K}$	$0$	$-pV$
(D)	$Q$	$Q-pV$	$(Q-pV)/100\text{K}$	$0$	$pV$

## 二、填空(10 小题, 共 20 分)

1. 当一个化学反应的 \_\_\_\_\_ 等于零时, 该反应的热效应就不受温度影响。
2.  $300\text{ K}$  时,  $0.125\text{ mol}$  正庚烷 (液体) 在弹式量热计中完全燃烧, 放热  $602\text{ kJ}$ , 反应  $\text{C}_7\text{H}_{16}(\text{l}) + 11\text{O}_2(\text{g}) = 7\text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的  $\Delta_r U_m =$  \_\_\_\_\_,  $\Delta_r H_m =$  \_\_\_\_\_。 ( $RT \approx 2.5\text{ kJ}$ )
3.  $1\text{ mol}$  单原子分子理想气体, 从  $p_1 = 202\ 650\text{ Pa}$ ,  $T_1 = 273\text{ K}$  在  $p/T =$  常数的条件下加热, 使压力增加到  $p_2 = 405\ 300\text{ Pa}$ , 则体系做的体积功  $W =$  \_\_\_\_\_ J。
4. 卡诺热机的效率只与 \_\_\_\_\_ 有关, 而与 \_\_\_\_\_ 无关。
5. 用熵判据来判别变化的方向和平衡条件时, 体系必须是 \_\_\_\_\_, 除了考虑 \_\_\_\_\_ 的熵变外, 还要考虑 \_\_\_\_\_ 的熵变。
6. 卡诺认为: “\_\_\_\_\_。”这就是卡诺定理。
7. 封闭体系中, 某过程的  $\Delta F = -W_e$ , 其应用条件是 \_\_\_\_\_。
8. 选择“>”、“<”、“=”中的一个填入下列空格: 实际气体绝热自由膨胀,  $\Delta U$  \_\_\_\_\_ 0,  $\Delta S$  \_\_\_\_\_ 0。
9. 选择“>”、“<”、“=”中的一个填入下列空格: 若反应  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$  在恒温、恒压条件下发生, 其  $\Delta_r H_m < 0$ , 若在恒容绝热条件下发生, 则  $\Delta_r U_m$  \_\_\_\_\_ 0,  $\Delta_r S_m$  \_\_\_\_\_ 0。
10. 在横线上填上 >、<、= 或 ? (? 代表不能确定)。水在  $373.15\text{ K}$  和  $101.325\text{ kPa}$  下通过强烈搅拌而蒸发, 则  
 (A)  $\Delta S$  \_\_\_\_\_  $Q/T$   $Q$  为该过程体系吸收的热量 (B)  $\Delta F$  \_\_\_\_\_  $-W$   
 (C)  $\Delta F$  \_\_\_\_\_  $-W_f$  (忽略体积变化) (D)  $\Delta G$  \_\_\_\_\_  $-W_f$

## 三、计算(4 小题, 共 40 分)

1. (8 分) 求乙炔在理论量的空气中燃烧时的最高火焰温度。燃烧反应在  $p^s$  下进行, 乙炔和空气的温度为  $25^\circ\text{C}$ , 设空气中  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$  的组成分别为  $20\%$  (体积分数) 和  $80\%$ , 各物质摩尔热容与温度的关系式为:

$$C_{p, \text{CO}_2} / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 28.66 + 35.70 \times 10^{-3} (T/\text{K})$$

$$C_{p, \text{H}_2\text{O}} (\text{g}) / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 30.00 + 10.71 \times 10^{-3} (T/\text{K})$$

$$C_{p, \text{N}_2} / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 27.87 + 4.27 \times 10^{-3} (T/\text{K})$$

各物质的生成焓  $\Delta_f H_m^\ominus (298 \text{ K}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ :  $\text{CO}_2$ : -393.5;  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ : -241.8;  $\text{C}_2\text{H}_2$ : 226.8

2. (8分) 人体活动和生理过程是在恒压下做广义电功的过程。问 1mol 葡萄糖最多能供应多少能量来供给人体动作和维持生命之用。已知:

$$\text{葡萄糖的 } \Delta_c H_m^\ominus (298 \text{ K}) = -2808 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, S_m^\ominus (298 \text{ K}) = 288.9 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1},$$

$$\text{CO}_2 \text{ 的 } S_m^\ominus (298 \text{ K}) = 213.639 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1};$$

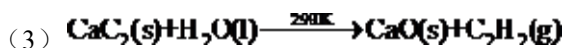
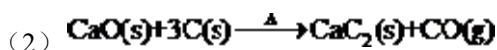
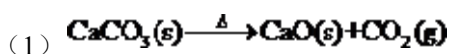
$$\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \text{ 的 } S_m^\ominus (298 \text{ K}) = 69.94 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1},$$

$$\text{O}_2 \text{ 的 } S_m^\ominus (298 \text{ K}) = 205.029 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

3. (12分) 苯的正常沸点为 353K, 摩尔汽化焓是  $\Delta_{\text{vap}} H_m = 30.77 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 今在 353K,  $p^\ominus$  下, 将 1mol 液态苯向真空等温汽化为同温同压的苯蒸气 (设为理想气体)。

- (1) 计算该过程中苯吸收的热量  $Q$  和作的功  $W$ ;
- (2) 求苯的摩尔汽化自由能  $\Delta_{\text{vap}} G_m$  和摩尔汽化熵  $\Delta_{\text{vap}} S_m$ ;
- (3) 求环境的熵变;
- (4) 使用哪种判据, 可以判别上述过程可逆与否? 并判别之。

4. (12分) 为解决能源危机, 有人提出用  $\text{CaCO}_3$  制取  $\text{C}_2\text{H}_2$  作燃料。具体反应为:



问: (a) 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_2$  完全燃烧可放出多少热量?

(b) 制备 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_2$  需多少  $\text{C}(\text{s})$ , 这些碳燃烧可放热多少?

(c) 为使反应 (1) 和 (2) 正常进行, 须消耗多少热量?

评论  $\text{C}_2\text{H}_2$  是否适合作燃料? 已知有关物质的  $\Delta_f H_m^\ominus (298 \text{ K}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  为:

$$\text{CaC}_2 (\text{s}): -60, \quad \text{CO}_2 (\text{g}): -393, \quad \text{H}_2\text{O} (\text{l}): -285, \quad \text{C}_2\text{H}_2 (\text{g}): 227,$$

$$\text{CaO} (\text{s}): -635, \quad \text{CaCO}_3 (\text{s}): -1207, \quad \text{CO} (\text{g}): -111$$