

华东理工大学二〇〇三年硕士研究生入学考试试题

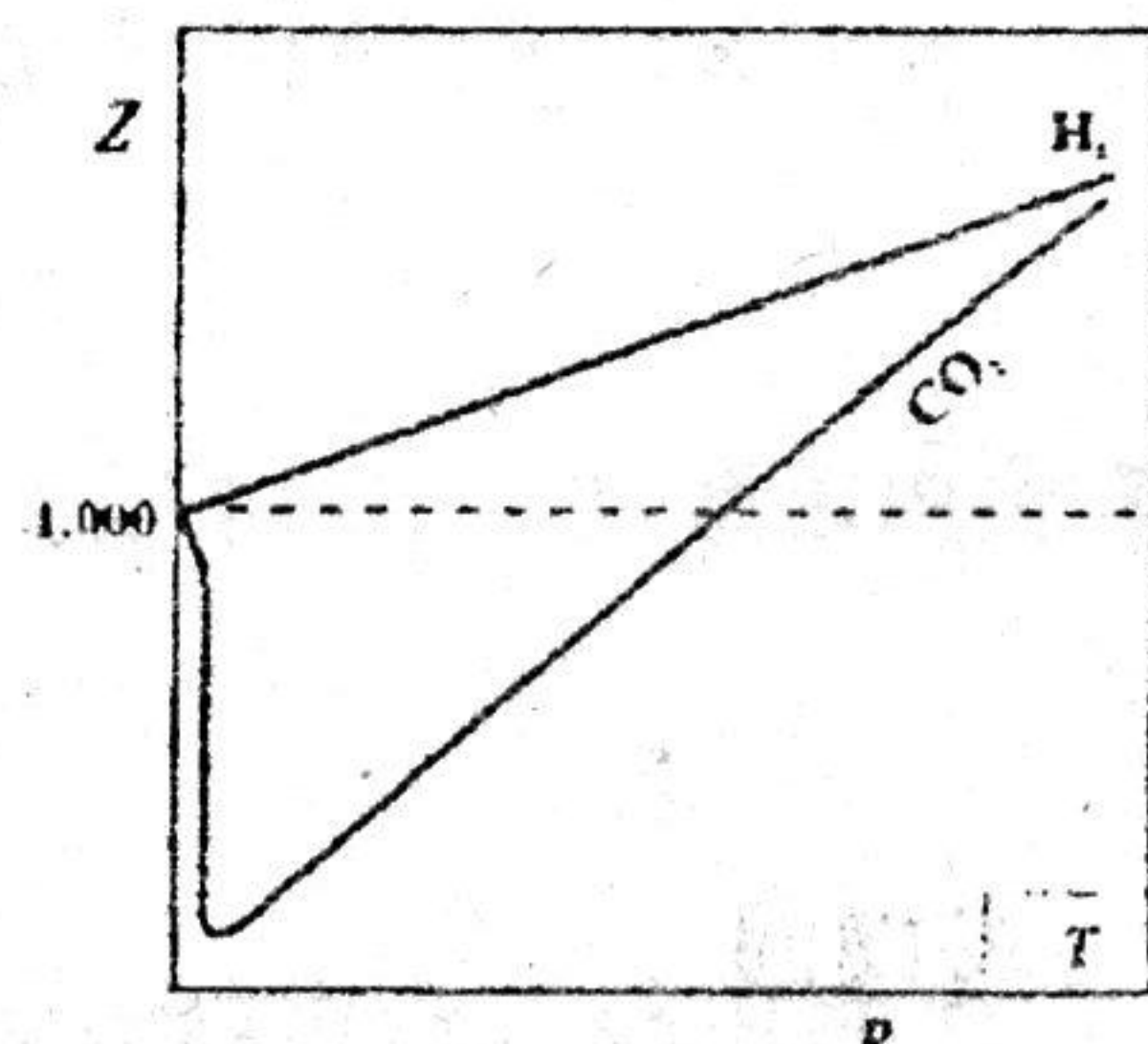
考试科目代码及名称: 451 物理化学

第 1 页 共 5 页

一、(24 分)

1、在两个玻璃容器中分别盛有理想气体 A 和 B, 并且两气体的温度和密度都相同, 测得 A 的压力是 B 的压力的 1.3754 倍。若 A 的摩尔质量为 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 B 的摩尔质量为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

2、 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{CO}_2(\text{g})$ 在某温度下的 $Z-p$ 恒温线如右图所示, 何者的波义耳温度高? $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



3、 $(2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2)$ 可以作为物质的基本单元。

$\underline{\hspace{2cm}}$ (对、错)

4、理想气体从相同的初态, $\underline{\hspace{2cm}}$ 分别经可逆绝热膨胀和不可逆绝热膨胀到达同一终态。(能、不能)

5、反应 $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SO}_3(\text{g})$ 的标准摩尔反应焓, 就是 $\text{SO}_2(\text{g})$ 的标准摩尔燃烧焓。 $\underline{\hspace{2cm}}$ (对、错)

6、在绝热恒容的容器中发生一化学反应, 反应后容器中的压力升高, 则该过程的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(选填: a、 $\Delta U > 0, \Delta S > 0$; b、 $\Delta H > 0, \Delta S > 0$)

7、由物质 $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s})$ 、 $\text{Ag}(\text{s})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 组成的相平衡系统, 其自由度 $f = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

8、在已达平衡的多组分多相封闭系统中, 任一组分 i 在各相中的化学势必定相等。 $\underline{\hspace{2cm}}$ (对、错)

9、组分 A 和 B 可以形成四种固态稳定化合物 A_2B 、 AB 、 AB_2 、 AB_3 , 则在该系统完整的液固平衡相图中有几个最低共熔点? $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

10、对于合成氨反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$, 在某温度下若标准状态的压力 p° 取不同的数值, 则反应的 $\Delta_r G_m^\circ$ $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(变化、不变)

11、一级反应 $a\text{A} \longrightarrow \text{P}$ 的速率系数为 k_1 , 则 A 反应掉 $\frac{1}{n}$ 的时间 $t = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

12、能量标度的零点设在基态能级上的电子配分函数 q_{0e} 与基态能级的简并度 $g_{e,0}$ 间的关系为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

13、一般来说, 由统计力学所得统计熵总要比由热力学第三定律算得的熵要_____。(大、小)

14、垂直插在水中的 a、b、c 三根玻璃毛细管, 其半径大小顺序为 $r_a < r_b < r_c$, 则管中液面上方饱和蒸气压最大的是何者? _____。

15、无限稀释 KCl 溶液的摩尔电导率 Λ_m^∞ 与其正负离子 (K^+ 和 Cl^-) 的摩尔电导率 λ_r^∞ 和 λ_c^∞ 间的关系为 _____。

16、将反应 $\frac{1}{2}H_2(p^\circ) + AgCl(s) \longrightarrow Ag(s) + HCl(a_\pm)$ 设计成电池, 该电池为 _____。

二、(16 分)

试求 25 °C 时反应 $HCN(g) + C_2H_2(g) \longrightarrow CH_2CHCN(g)$ 的标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_m^\circ$ 。设气体为理想气体, 已知数据如下:

物质	$\Delta_c H_m^\circ (298\text{ K})$ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\Delta_f H_m^\circ (298\text{ K})$ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
$CH_2CHCN(l)$	-1759.5	
C(石墨)	-393.5	
$H_2(g)$	-285.8	
$C_2H_2(g)$	-1299.6	
$HCN(g)$		135.1

在此温度下, $CH_2CHCN(l)$ 的标准摩尔蒸发焓为 $32.84 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

三、(16 分)

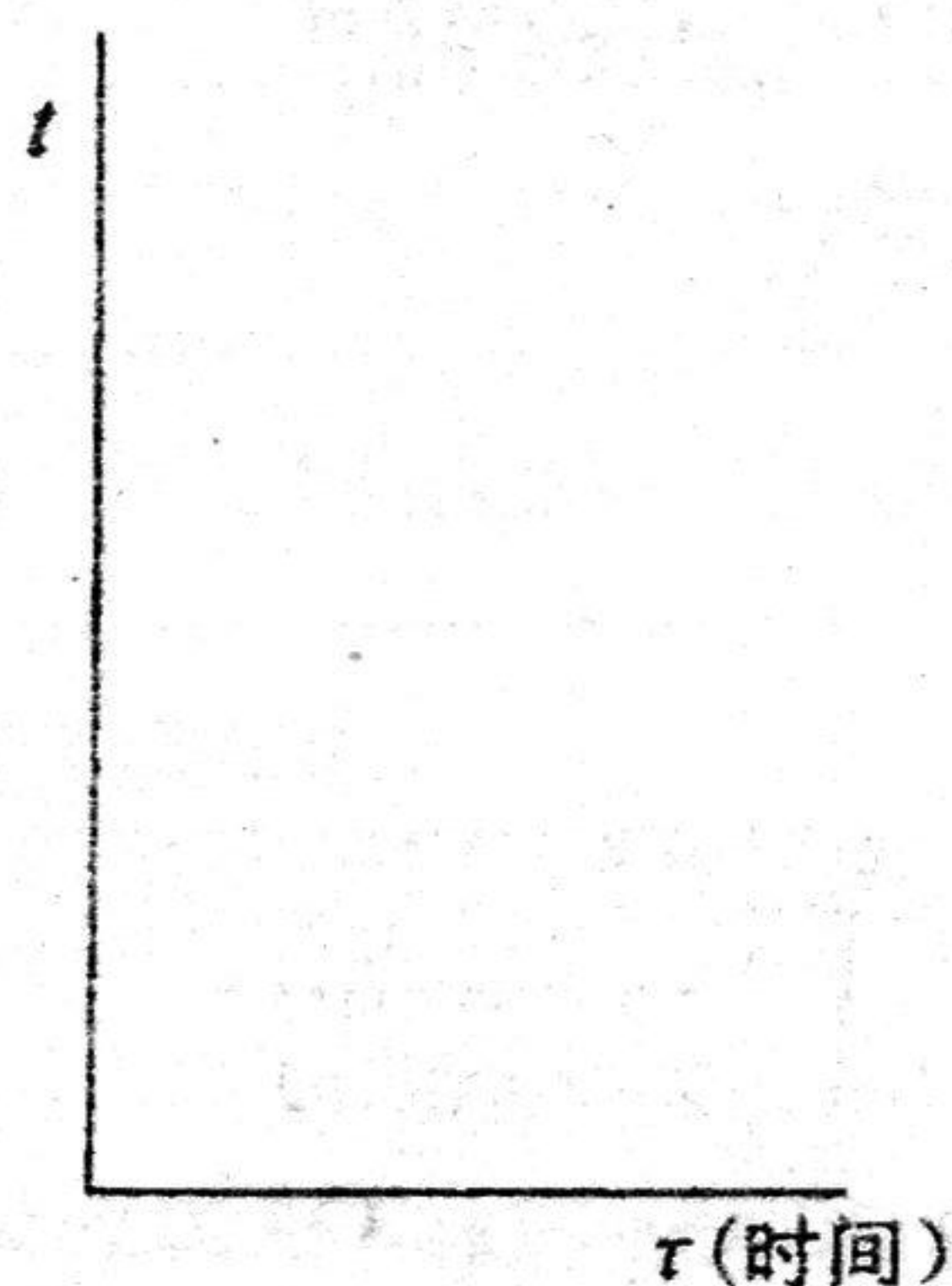
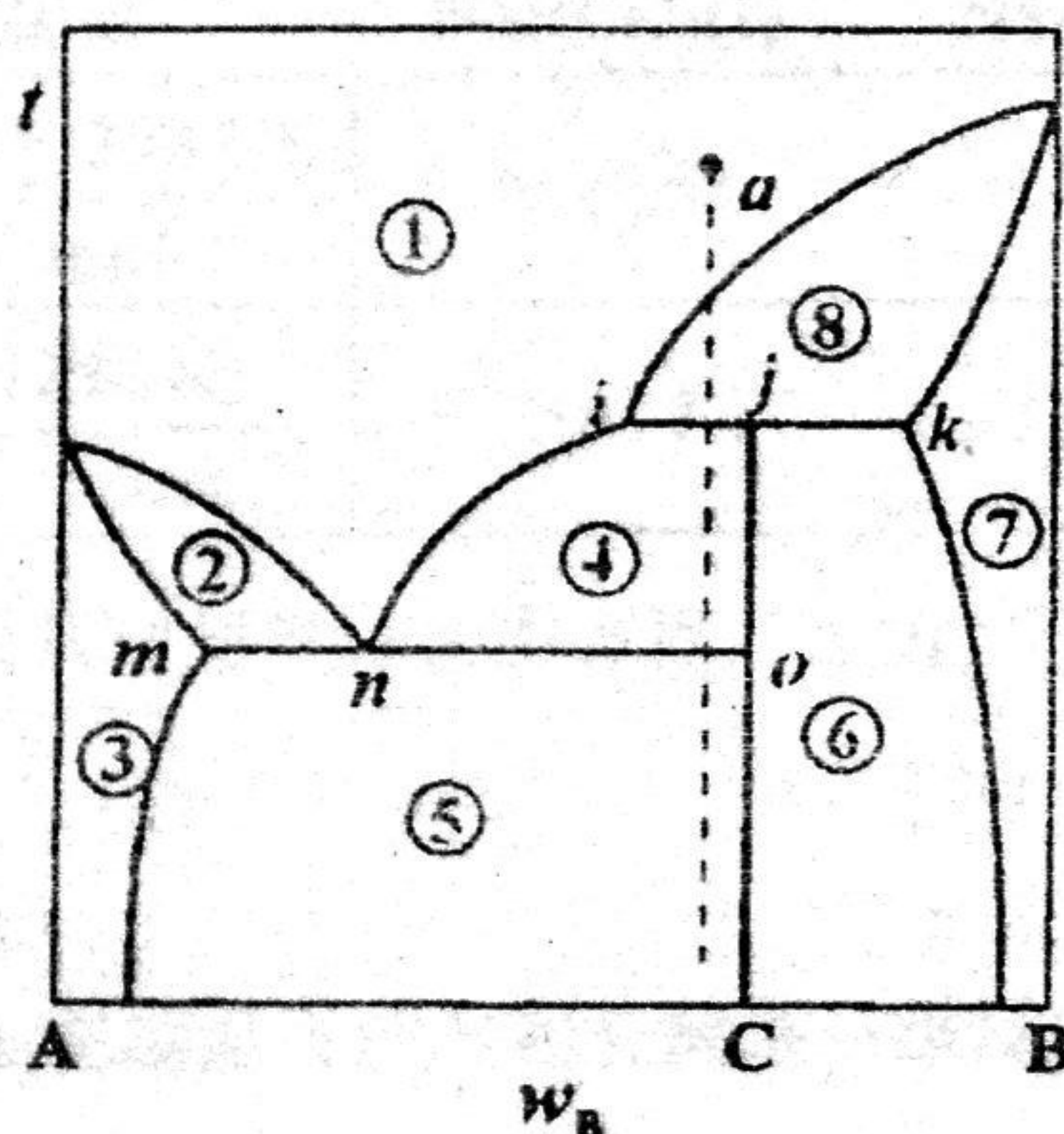
$2 \text{ mol O}_2(\text{g})$ 分别经下列两个过程从 300 K 、 $10p^\circ$ 变到 p° 。试分别计算各过程的 Q 、 W 以及 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔA 、 ΔG ，并以合适的平衡判据判断过程 (1) 的可逆性。设 $\text{O}_2(\text{g})$ 服从理想气体状态方程； $p^\circ = 10^5 \text{ Pa}$ 。

(1) 绝热向真空膨胀；

(2) 恒温可逆膨胀。

四、(20 分)

下图是物质 A 和 B 的液固平衡相图。



(1) 试写出相图中各相区的相态：

① _____；② _____；③ _____；④ _____；

⑤ _____；⑥ _____；⑦ _____；⑧ _____。

(2) 三相线 mno 和 ijk 上各有哪三相平衡共存？

mno : _____； ijk : _____。

(3) 在相图右侧的坐标中画出以 a 点为代表的系统的冷却曲线。

(4) 略去压力对凝聚系统平衡的影响，试计算在相区④系统的自由度

$f = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(先列出算式，再进行计算)

华东理工大学二〇〇三年硕士研究生入学考试试题

考试科目代码及名称: 451 物理化学

第 4 页 共 5 页

五、(22 分)

298 K 时, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ 在真空容器中发生下列分解反应:

- (1) 298 K 时平衡反应系统的自由度和总压是多少?
- (2) 反应系统的温度为多高时, 平衡总压才能达到 101.3 kPa?
- (3) 298 K 时, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ 能否在 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 与 $\text{CO}_2(\text{g})$ 分压分别为 3168 Pa 与 30.4 Pa 的空气中稳定存在?

已知数据如下表:

物质	$\text{NaHCO}_3(\text{s})$	$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\circ(298 \text{ K})$ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-950.81	-1130.68	-241.818	-393.509
$S_m^\circ(298 \text{ K})$ $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	101.7	134.98	188.825	213.74

设气体服从理想气体状态方程, $\Delta_f H_m^\circ$ 不随温度而变化。

六、(18 分)

纯物质 A 在高温下的气相分解是一级反应, 反应式为 $\text{A}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{B}(\text{g})$ 。在一定温度下, 将一定量的纯 A(g) 迅速放入一恒容反应器中, 然后用实验测量 t 时刻容器内的总压 p 及 A 完全反应后的总压 p_∞ 。做了两个温度下的实验, 数据列于下表中, 假设气体是理想气体, 反应的活化能 E_a 不随温度而变化, 试求此活化能。

T/K	t/s	p/Pa
553	454	2.476
	∞	4.008
578	320	2.838
	∞	3.554

华东理工大学二〇〇三年硕士研究生入学考试试题

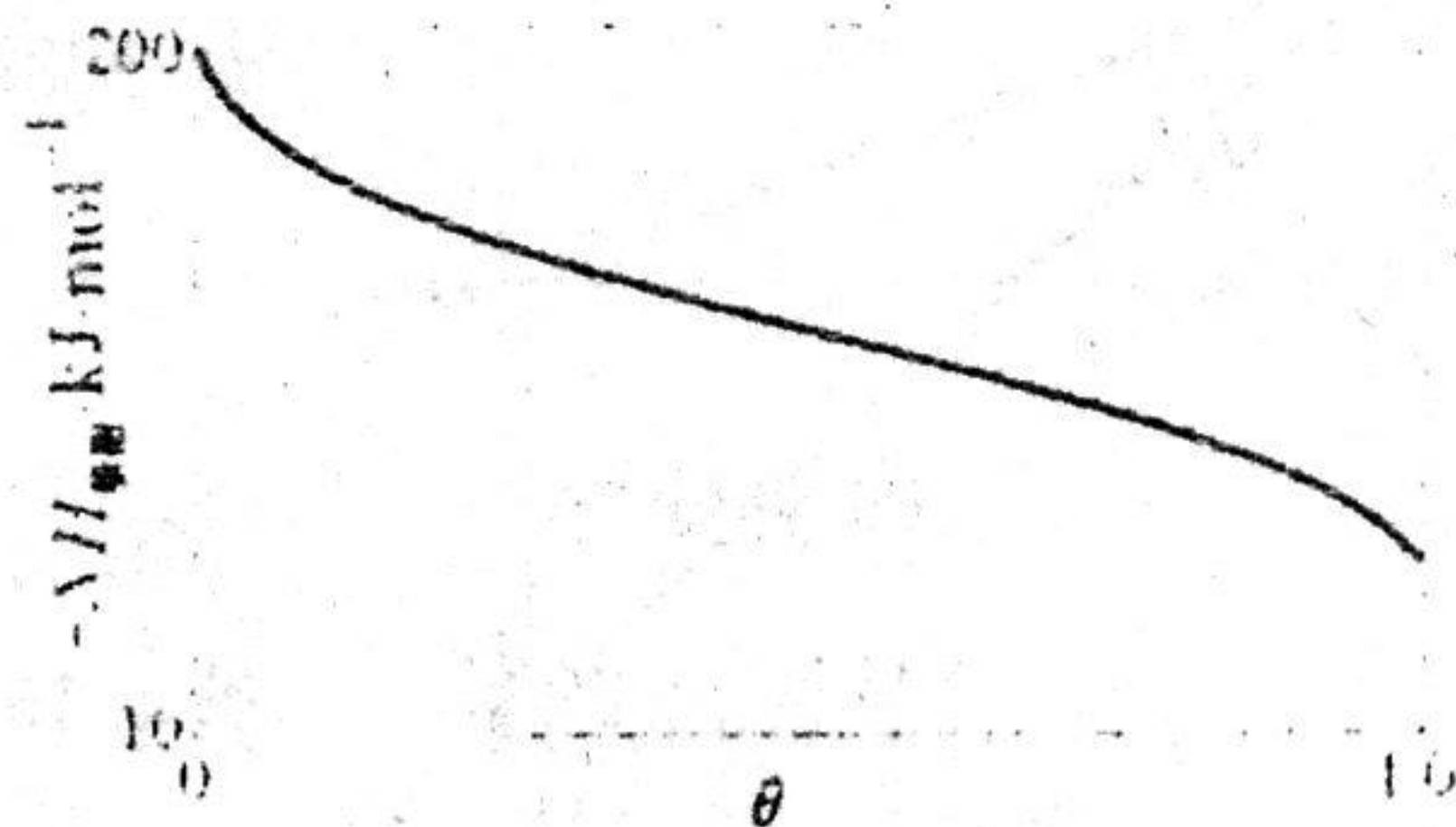
考试科目代码及名称: 451 物理化学

第 5 页 共 5 页

七、(14 分)

1、273 K 时, 用木炭吸附 CO 气体。实验测得, 当 CO 的平衡压力分别为 24.0 和 41.2 kPa 时, 每 kg 木炭吸附 CO 的平衡吸附量分别为 5.567×10^{-3} 和 $8.668 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 (\text{STP})$ 。设该吸附服从兰缪尔吸附等温式, 试计算当木炭表面覆盖率达 70% 时, 相应的 CO 的平衡压力是多少?

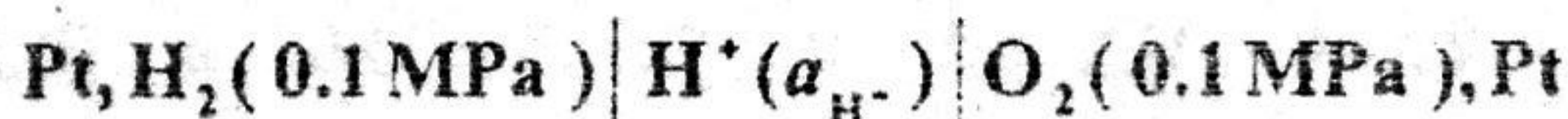
2、实验测得, H_2 在洁净钨表面上的吸附热随表面覆盖率的变化如图中曲线所示。试简明回答产生这种现象的原因是什么?



八、(20 分)

25°C 时, $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ 的 $\Delta_f H_m^\circ = -285.85 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_f G_m^\circ = -237.14 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

1、试写出下列燃料电池的电极反应和电池反应, 并计算它的电池反应的电势。



2、计算 $\text{H}^+ \mid \text{O}_2, \text{Pt}$ 的电极反应的标准电势。

3、求该电池在 5°C 时电池反应的电势。

4、若有 1 mol H_2 参加反应, 且反应在电池中可逆地进行, 试求所做的电功。