



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

冶金物理化学

考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

冲刺阶段是整个考研过程中最重要的环节，针对《冶金物理化学》考研试题的特点来进行突击复习，能达到事半功倍的效果。

试题特点如下：

- 1、考研试题内容重复比例较大。
- 2、考察内容几年之内成规律性变化。
- 3、考试题型“换汤不换药”。

在了解试题特点的基础上，我们就要在冲刺阶段“对症下药”，方法如下：

- 1、紧跟本视频冲刺内容复习重要考点。
- 2、掌握题型变化规律，自己也可以预测题型。
- 3、明白出题人如何设置“陷阱”，做到万无一失。



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

# 冶金物理化学

## 考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

### 第1讲 冲刺串讲（一）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## ◆主要内容

1. 冶金热力学基础
2. 热力学状态图
3. 冶金熔体
4. 硫容量
5. 冶金过程动力学基础
6. 冶金反应动力学模型

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## ◆主要题型

- 1、简答题（70分）
- 2、相图题（25分）
- 3、计算题（55分）

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 1.冶金热力学基础

考点一： 体系中组元i的自由能

考点二：  $G$ 与 $G^\circ$  — 化学反应等温方程式

考点三： Van't hof 等压方程式

考点四： 冶金化学反应标准自由能的获得

考点五： 标准溶解自由能

# 考点冲刺串讲

## 1.冶金热力学基础

### 考点一：体系中组元i的自由能

常设题型：简答题

掌握内容：概念叙述

理想气体的吉布斯自由能

考试点  
www.kaoshidian.com

## 1.冶金热力学基础

$$\mu_i = \left[ \frac{\partial G}{\partial n_i} \right]_{T, P, n_j} = \mu_i^\ominus + RT \ln P_i$$

考试点  
www.kaoshidian.com





# 考点冲刺串讲

## 1.冶金热力学基础

### 液相体系中组元的吉布斯自由能

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 1.冶金热力学基础

### 3) 固相体系中组元的吉布斯自由能

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 1.冶金热力学基础

### 考点二： $G$ 与 $G^\ominus$ — 化学反应等温方程式

常设题型：简答题

掌握内容：推导过程

对以下化学反应  $aA + bB = cC + dD$



# 考点冲刺串讲

## 1.冶金热力学基础

$G$ 有三种情况:

考试点  
www.kaoshidian.com

## 1.冶金热力学基础

特别注意：

$G$  是反应产物与反应物处于标准态时化学位的差，描述反应的限度，是反应平衡态的度量。

注：  $G = -RT \ln K$

## 1.冶金热力学基础

### 考点三：Van't hoff 等压方程式

常设题型：简答题

掌握内容：推导

由吉布斯-亥姆霍兹方程（Gibbs-Helmholtz）得出在等压下

$$\left[ \frac{\partial \left( \frac{\Delta G^\circ}{T} \right)}{\partial T} \right]_P = - \frac{\Delta H^\circ}{T^2}$$

# 考点冲刺串讲

## 1.冶金热力学基础

若上式的 $H$ 为常数，可以得出积分式如下

考试点  
www.kaoshidian.com

## 1.冶金热力学基础

### 考点四：冶金化学反应标准自由能的获得

常设题型：简答题和计算题

掌握内容：意义

标准（摩尔）生成吉布斯自由能  $\Delta_f G_m^\ominus$



## 1.冶金热力学基础

### 考点五：标准溶解自由能

常设题型：简答题、计算题

掌握内容：意义

$$\Delta_{sol} G_i^\circ$$

## 2. 热力学参数状态图

考点一：氧势图的形成原理

考点二：直线的斜率

考点三：三元系相图的分析

考点四：简单冷却过程分析

考点五：几个特殊点冷却过程分析

## 2. 热力学参数状态图

### 考点一：氧势图的形成原理

常设题型：简答题

掌握内容：推导过程

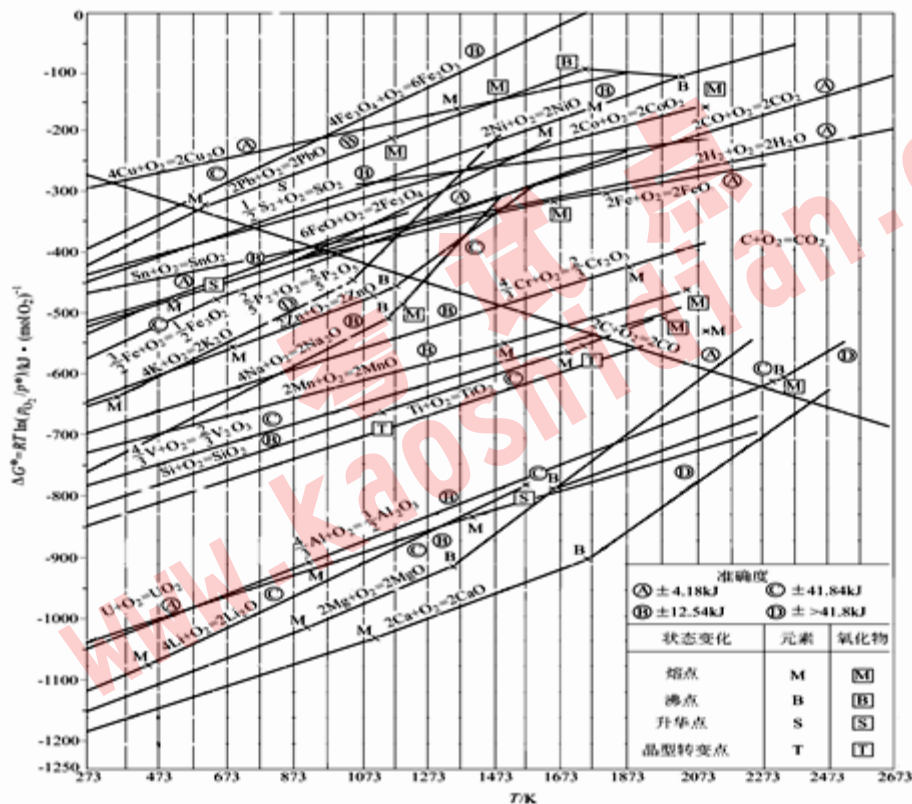
埃林汉姆将元素与1mol氧气反应的标准吉布斯自由能变化

## 2. 热力学参数状态图

要注意标准生成自由能（最稳定的单质生成1mol的化合物）与该反应标准自由能的关系  $\Delta_f G^\ominus$  与  $\Delta_r G^\ominus$

# 考点冲刺串讲

## 2. 热力学参数状态图



## 2. 热力学参数状态图

### 考点二：直线的斜率

常考题型：简答题

掌握内容：推导过程

$$\Delta_r G^\theta = a + bT$$

$$\Delta_r G^\theta = \Delta_r H^\theta - T\Delta_r S^\theta$$

$$\left(\partial \Delta_r G^\theta / \partial T\right)_p = b = -\Delta_r S^\theta$$



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

# 冶金物理化学

## 考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

### 第2讲 冲刺串讲（二）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

## 2. 热力学参数状态图

热力学公理

考试点  
www.kaoshidian.com

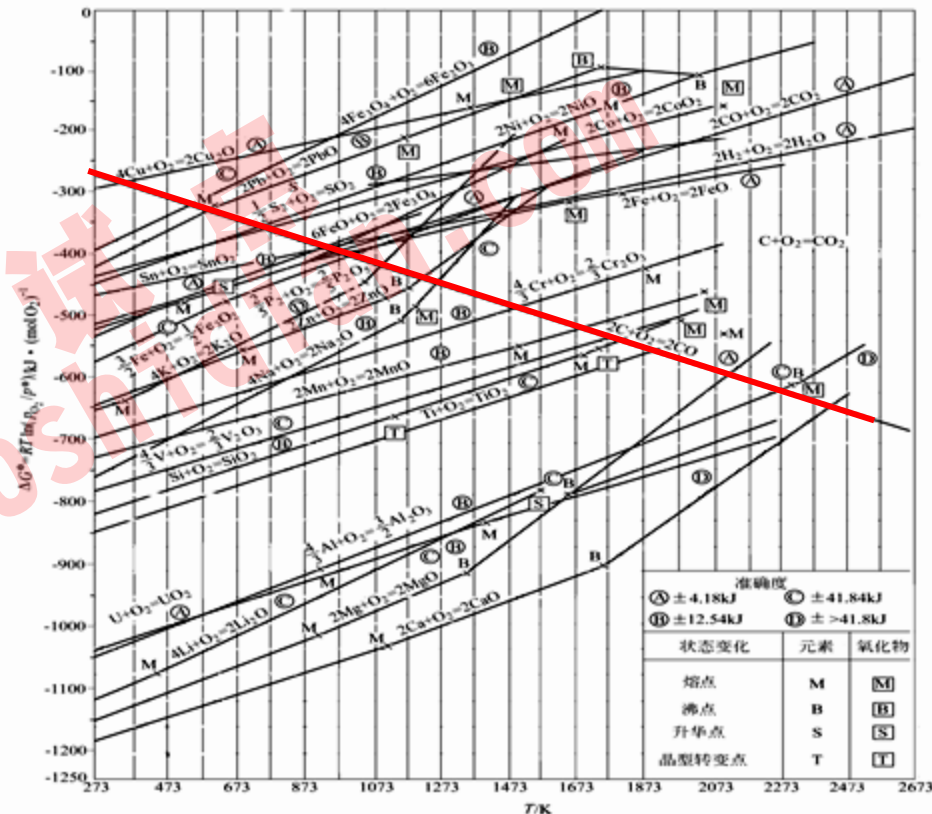


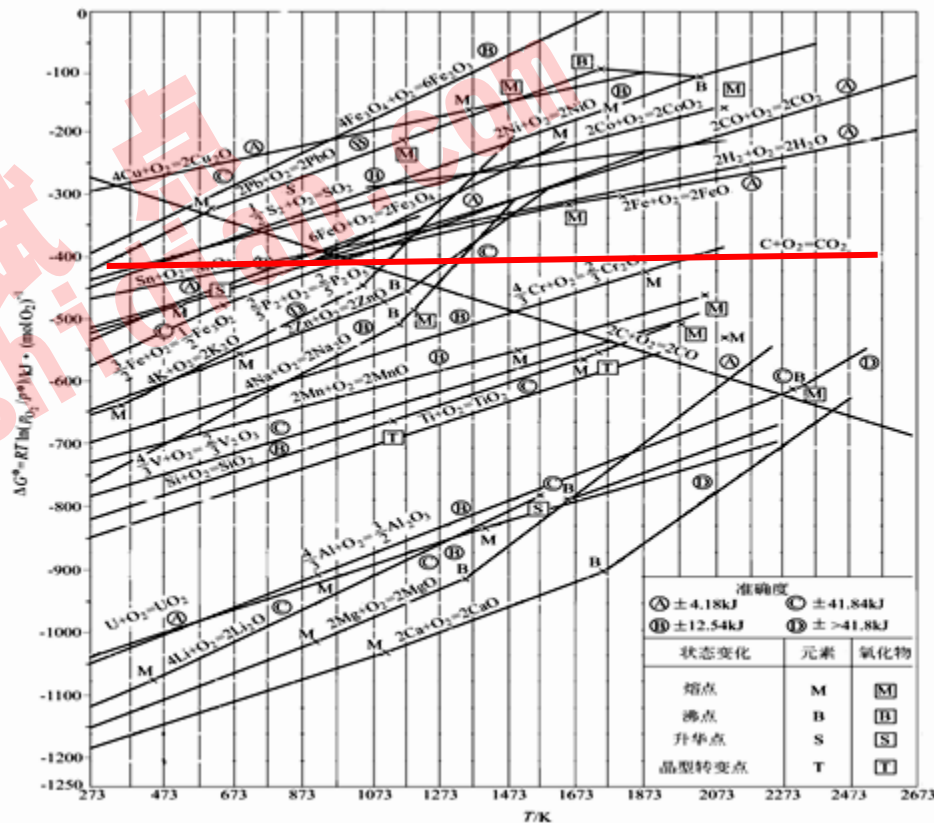
# 考点冲刺串讲

## 2. 热力学参数状态图

几个典型的曲线的斜率

1) 曲线的斜率小于零反应, 如

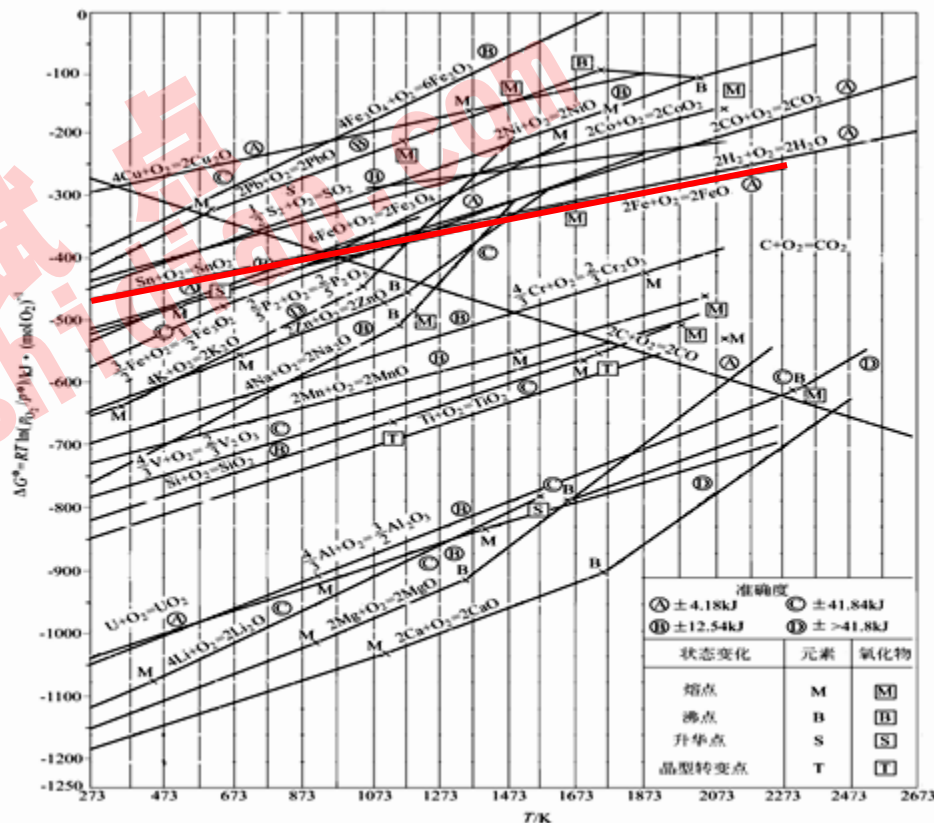




# 考点冲刺串讲

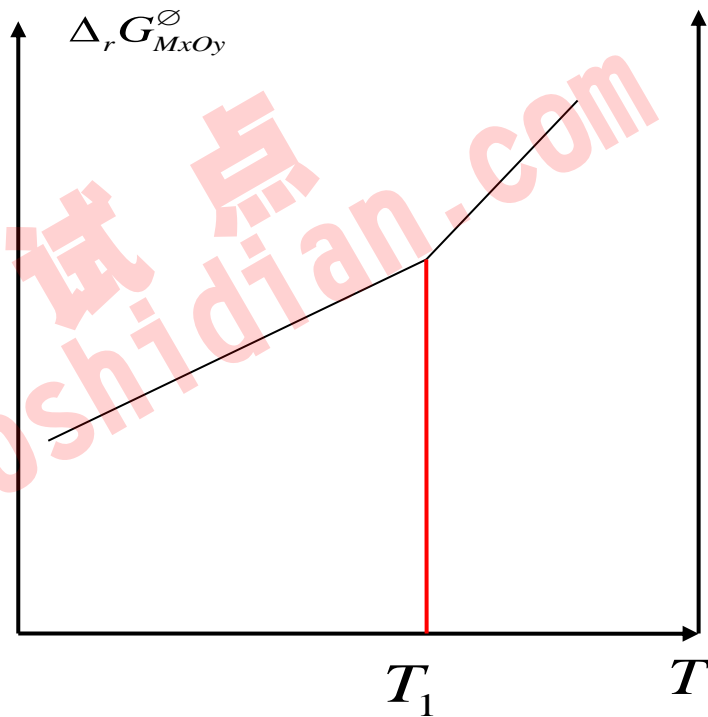
## 2. 热力学参数状态图

### 3) 曲线的斜率大于零



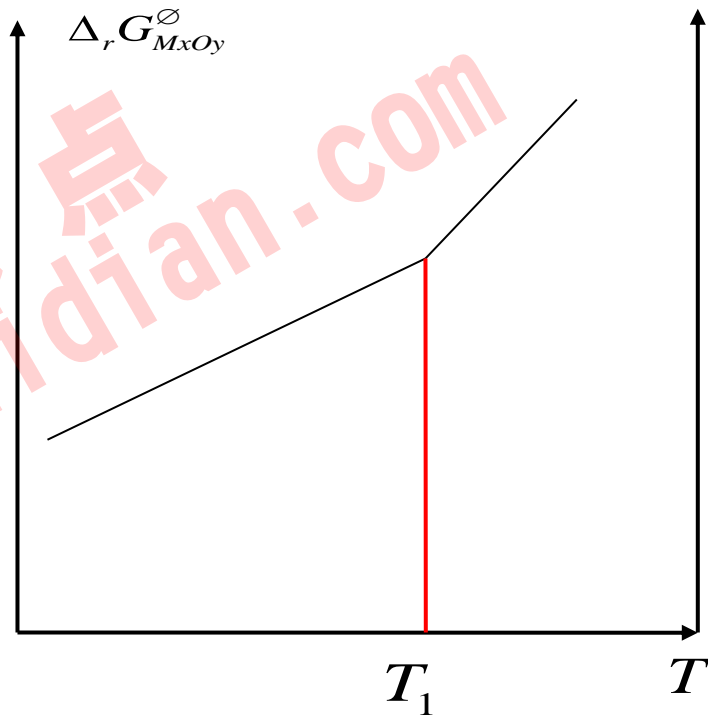
## 2. 热力学参数状态图

4) 曲线的斜率大于零



## 2. 热力学参数状态图

### 4) 曲线的斜率发生变化



## 2. 热力学参数状态图

$$\Delta H_v^\ominus > 0 \quad \text{而} \quad (\text{溶化过程, 吸热为正})$$

$$\Delta S_2^\ominus < \Delta S_1^\ominus$$

$$-\Delta S_2^\ominus > -\Delta S_1^\ominus$$

也就是说, T点以后 (M发生固态变为液态的相变后) 曲线的斜率比相变前增大了。



# 考点冲刺串讲

## 2. 热力学参数状态图

### 考点三：三元系相图的分析

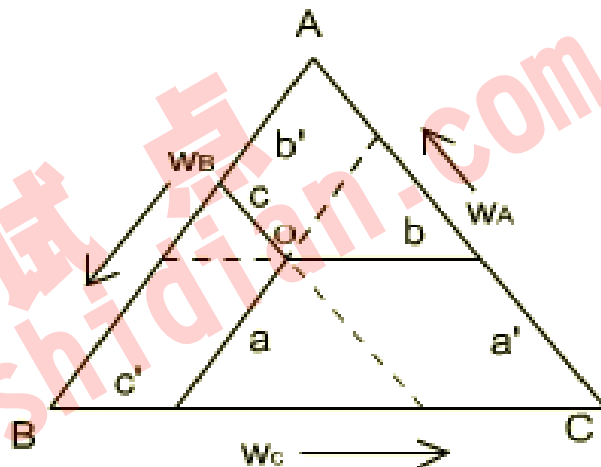
常考题型：简答题

掌握内容：计算方法

考试点  
www.kaoshidian.com

## 2. 热力学参数状态图

### 浓度三角形及其性质



三组分体系的成分表示法



## 2. 热力学参数状态图

### 垂线定理

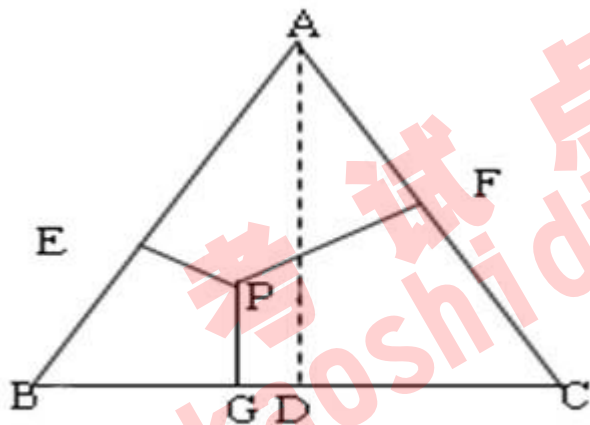


图 4-10 垂线定理示意

## 2. 热力学参数状态图

### 平行线定理

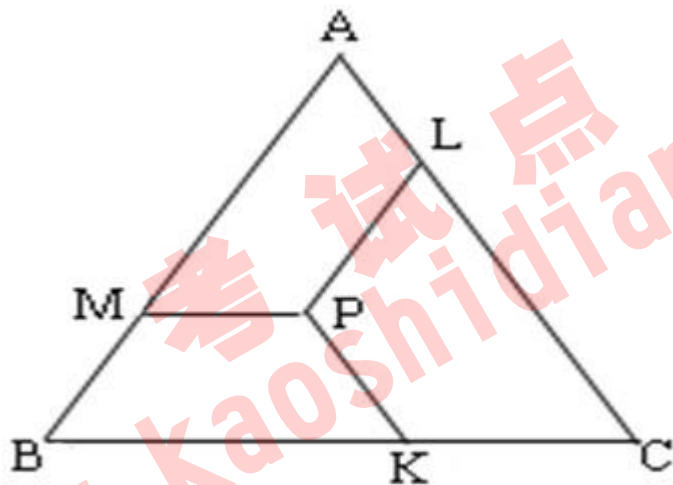
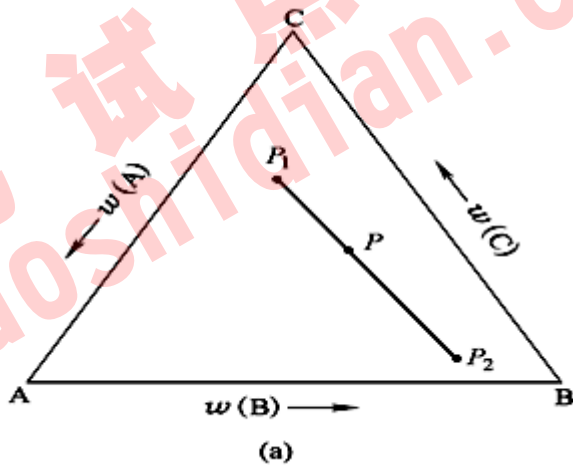


图 411 平行线定理示意图

# 考点冲刺串讲

## 2. 热力学参数状态图

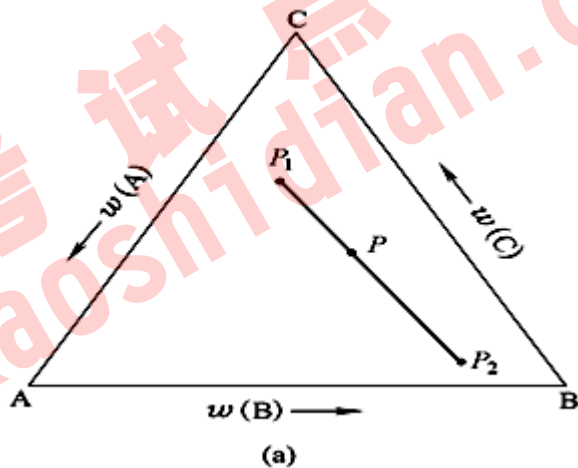
### 杠杆定理



# 考点冲刺串讲

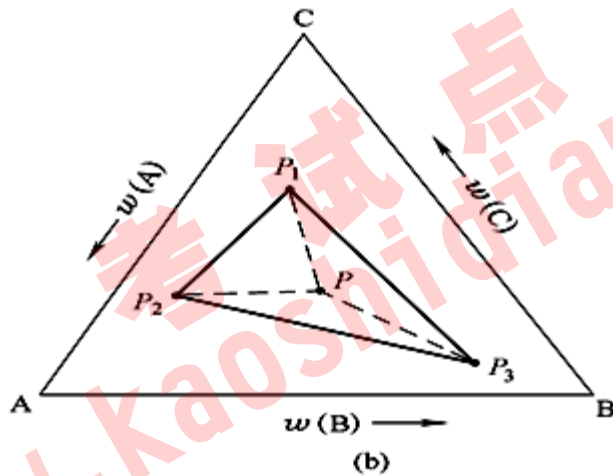
## 2. 热力学参数状态图

### 杠杆定理

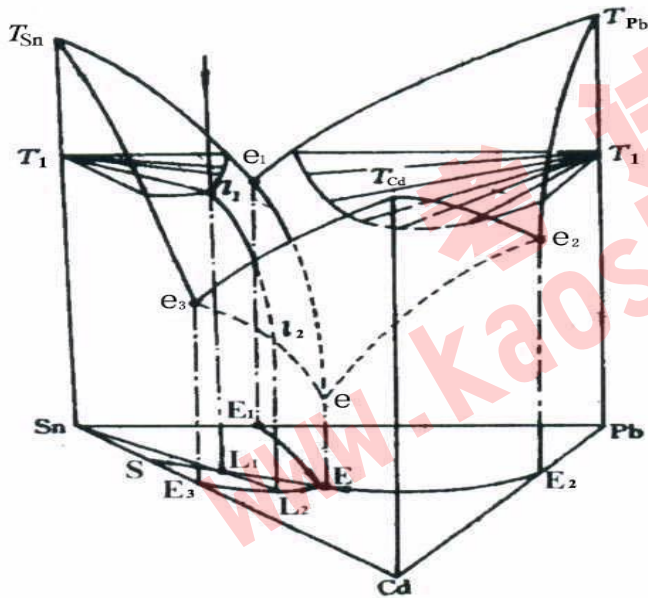


## 2. 热力学参数状态图

### 重心定理



## 2. 热力学参数状态图



## 2. 热力学参数状态图

### 考点四：简单冷却过程分析

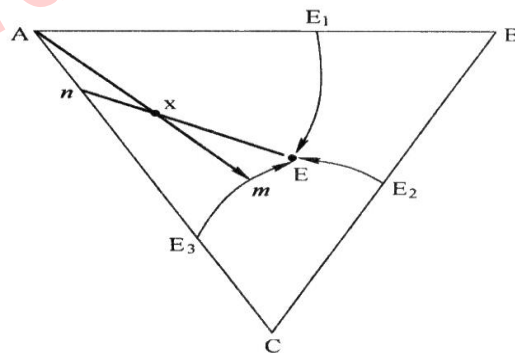
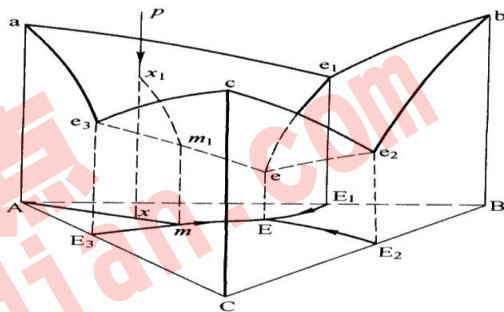
常考题型：相图题

掌握内容：冷却过程、计算过程

假设在三元系液相中一体系P点，分析其冷却过程：

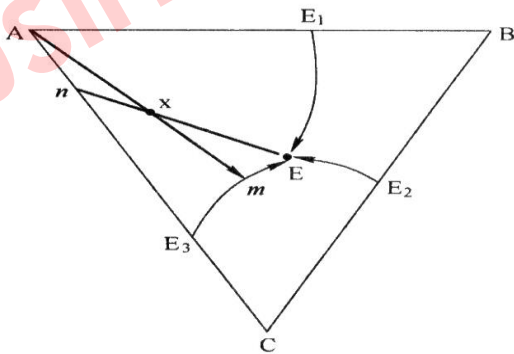
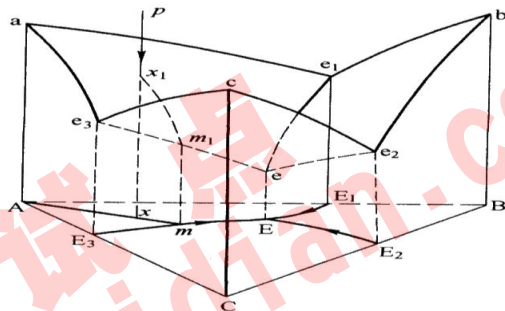
首先将P点投影到浓度三角形中，得x点  
(一相，三组元，自由度为3)。

冷却过程分析：



## 2. 热力学参数状态图

冷却过程分析：

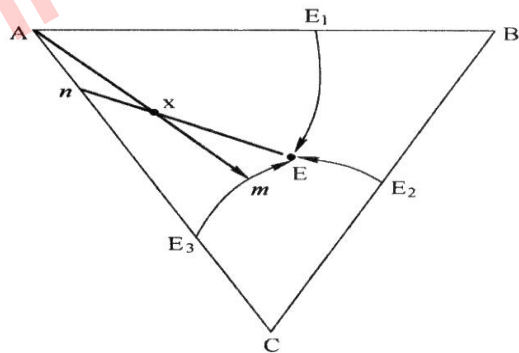
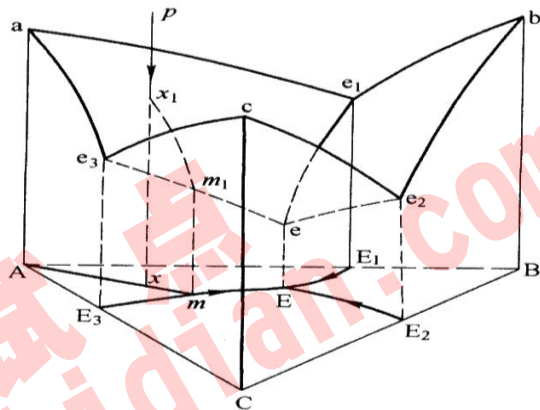




# 考点冲刺串讲

## 2. 热力学参数状态图

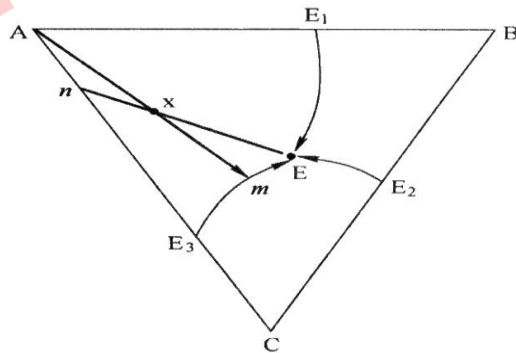
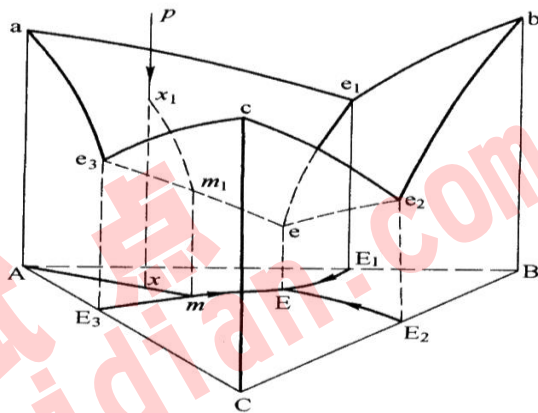
冷却过程分析：



# 考点冲刺串讲

## 2. 热力学参数状态图

冷却过程分析：



## 2. 热力学参数状态图

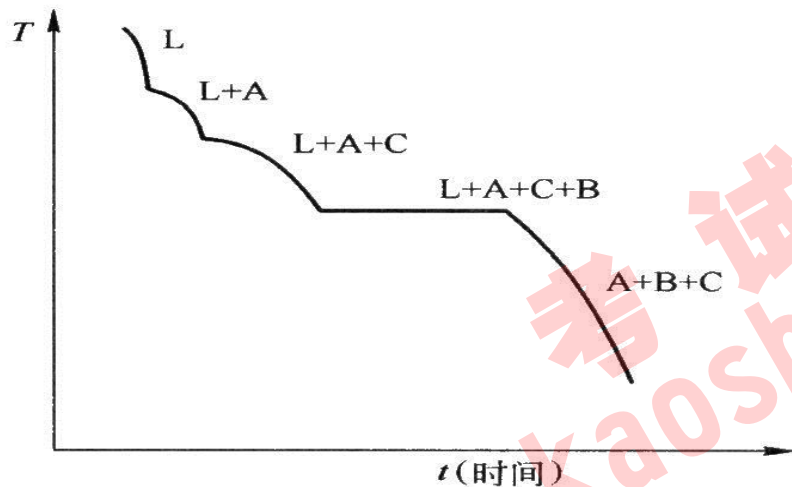


图 1-4-18 P 点的冷却曲线



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

# 冶金物理化学

## 考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

### 第3讲 冲刺串讲（三）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

## 2. 热力学参数状态图

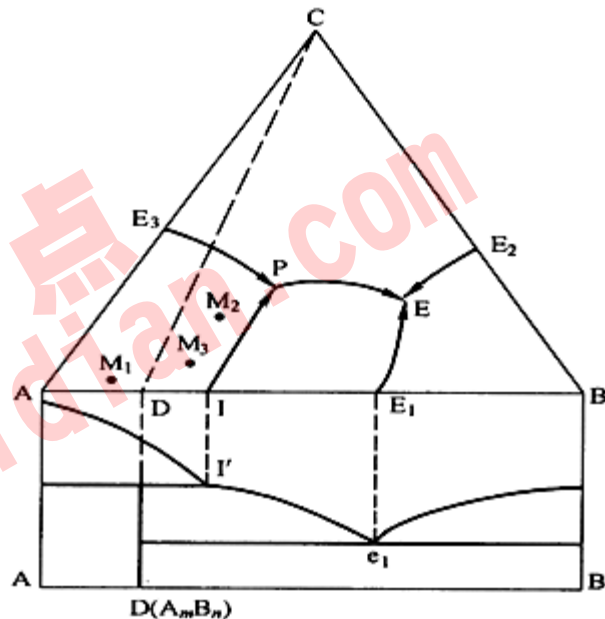
### 考点五：几个特殊点冷却过程分析

常考题型：相图题

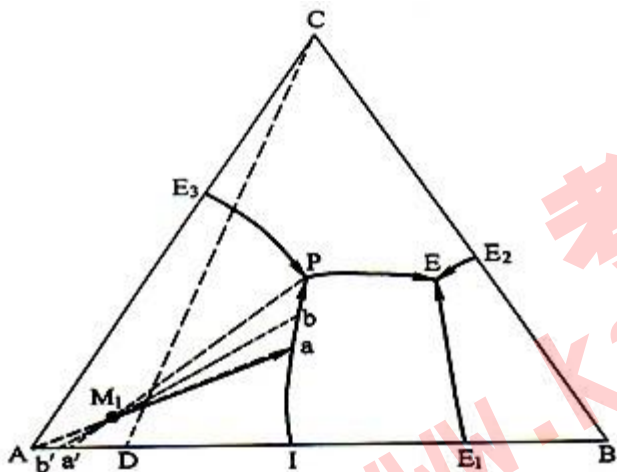
掌握内容：冷却过程

$M_1$  点的冷却过程：

分析之前必须明白以下两点：



### 冷却过程分析：



## 2. 热力学参数状态图

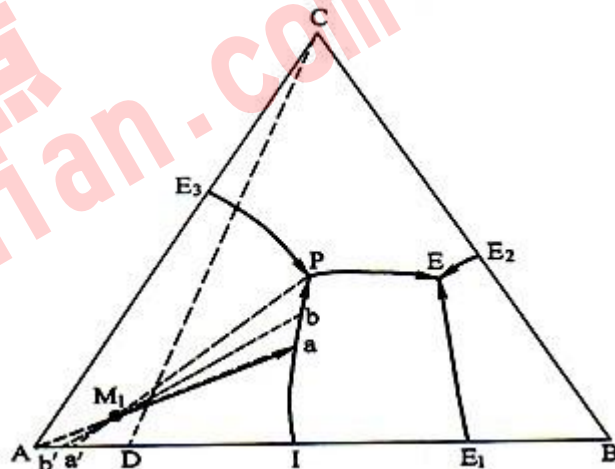
(2) 液相变化到a点时，发生包晶反应，  
 $L + A = D$

①随着包晶反应的进行，固相A不断减少，化合物D不断增加。液相成分点沿着a-p方向变化；固相成分点沿着A-a'方向变化。当液相变化到p点时，固相变化到a'点。

②液态量 $W_L$ 与固态量 $W_s$ 遵守杠杆原理。例如液相进行到b点，则固相组成变化到b'点，液相与固相的含量为 $W_{Lb}$   $bM_1 = W_{Sb'} \quad b'M_1$ 。

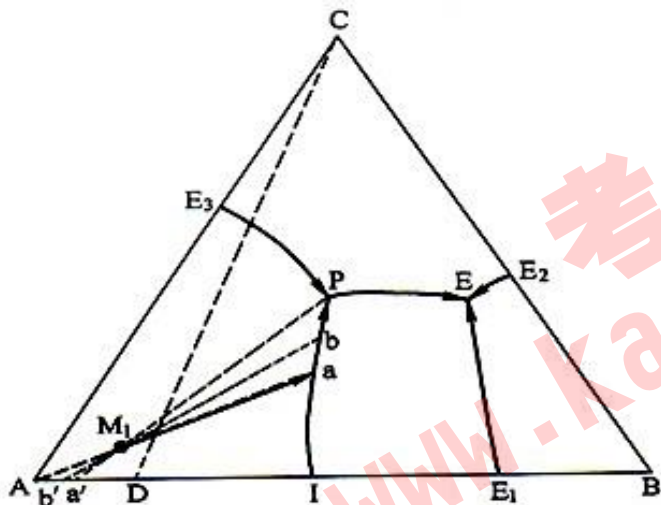
固相中A与D的含量为 $W_A \quad Ab' = W_D \quad b'D$

③  $F = C - P + 1 = 3 - 3 + 1 = 1$





### 冷却过程分析：





## 3.真实溶液

考点一：拉乌尔定律和亨利定律

考点二：活度的定义

考点三：铁溶液：多元系溶液中活度系数计算—Wagner模型

考点四：正规溶液混合过程吉布斯自由能变化

考点五：正规溶液的定义与性质

考点六：碱度的三种定义

考点七：炉渣的光学碱度计算

考点八：熔渣的氧化还原性

考点九：分子理论模型

考点十：完全离子理论模型

# 考点冲刺串讲

## 3.真实溶液

### 考点一：拉乌尔定律和亨利定律

常考题型：简答题

掌握：概念叙述

1)拉乌尔定律：

考试点  
www.kaoshidian.com

## 3.真实溶液

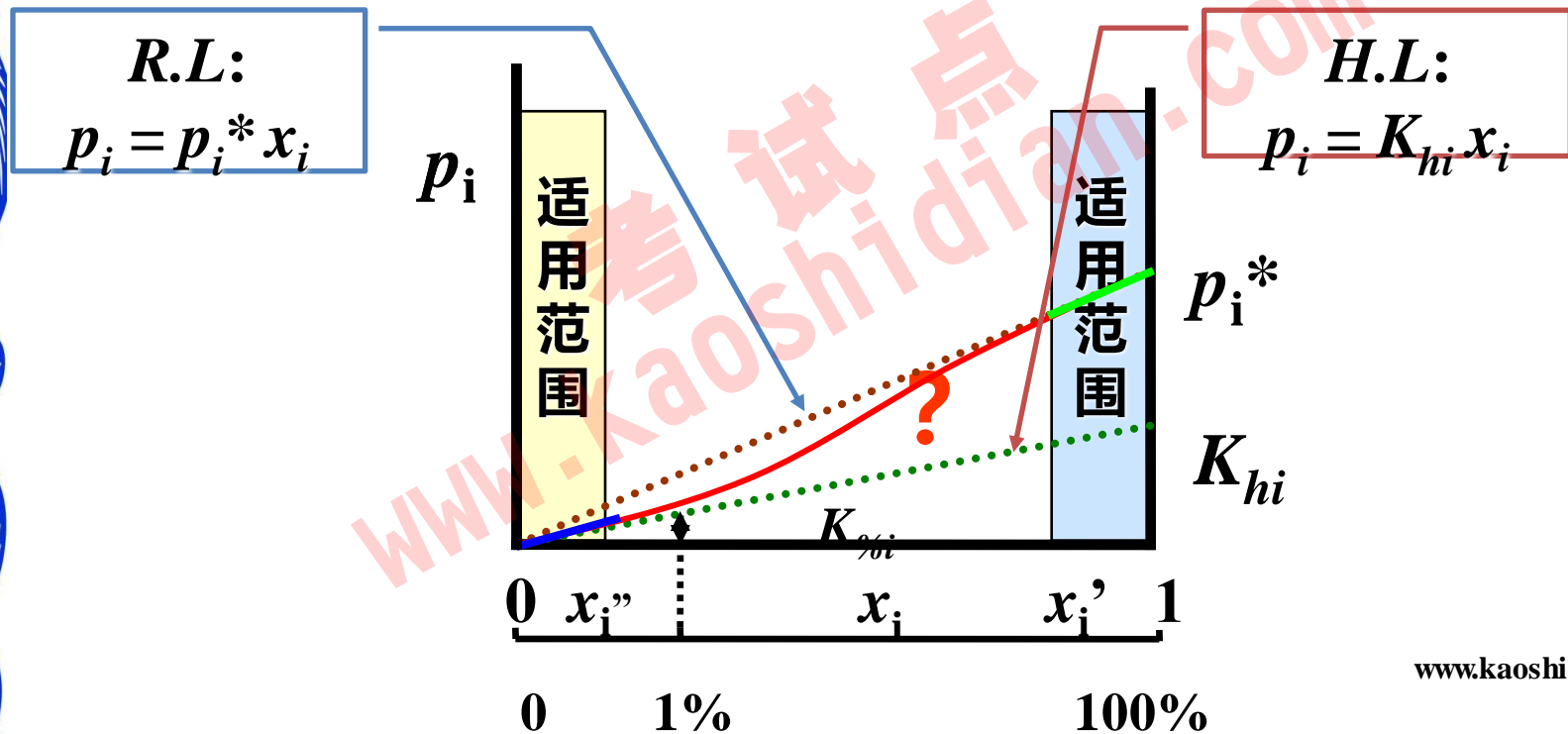
2)亨利定律：（描述稀溶液中具有挥发性的固体或液体溶质蒸气压规律）

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 3. 真实溶液

对组元*i*的浓度在 $x_i''$  ~  $x_i$  ~  $x_i'$  区间，组元既不服从拉乌尔定律，也不服从亨利定律， $p_i$  与  $x_i$  之间的关系



## 3. 真实溶液

### 考点二：活度的定义

常考题型：简答题

掌握内容：概念叙述

以拉乌尔定律为基础，以纯物质 $i$ 为标准态，拉乌尔定律修正为：

以亨利定律为基础，以假想纯物质为标准态，亨利定律修正为：

以亨利定律为基础，以1%浓度为标准态，亨利定律修正为：

## 3. 真实溶液

考点三：铁溶液：多元系溶液中活度系数计算—Wagner模型

常考题型：简答题、计算题

掌握内容：概念叙述，计算过程

在等温、等压下，对Fe-2-3-...体系，认为多元系组元2的活度系数 $f_2$ 取对数后是各组元的浓度[%2]，[%3],.....的函数，将其在浓度为零附近展开：

## 3. 真实溶液

一般 
$$f_i = f_i^2 \cdot f_i^3 \cdots f_i^i \cdots f_i^n \cdots$$

考试点  
www.kaoshidian.com



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

# 冶金物理化学

## 考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

### 第4讲 冲刺串讲（四）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com



## 3. 真实溶液

### 考点四：正规溶液混合过程吉布斯自由能变化

常考题型：简答题

掌握内容：推导过程

摩尔混合吉布斯自由能

$$\Delta_{mix} G_m$$

# 考点冲刺串讲

## 3.真实溶液

体系混合吉布斯自由能定义为：

把实际溶液中体系的摩尔混合吉布斯自由能定义为  $\Delta_{mix} G_{m,re}$

## 3. 真实溶液

过剩摩尔混合吉布斯自由能

$$\Delta_{mix} G_m^E$$

理想摩尔混和吉布斯自由能  $\Delta_{mix} G_{m,id} = RT(x_1 \ln x_1 + x_2 \ln x_2)$

$\Delta_{mix} G_m^E$  即为实际摩尔混合吉布斯自由能与理想摩尔混和吉布斯自由能之差

## 3. 真实溶液

无热溶液与规则溶液

对于实际溶液，由于  $\gamma_1$  和  $\gamma_2$  分别不为1，所以  $\Delta_{mix} G_m^E \neq 0$

而 
$$\Delta_{mix} G_m^E = \Delta_{mix} H_m^E - T \Delta_{mix} S_m^E$$

所以  $\Delta_{mix} G_m^E \neq 0$  有两种可能

# 考点冲刺串讲

## 3.真实溶液

### 考点五：正规溶液的定义与性质

常考题型：简答题

掌握内容：概念叙述

定义：

考试点  
www.kaoshidian.com

## 3. 真实溶液

正规溶液的其它性质:

1)  $\Delta_{mix} G_m^E$  与  $RT \ln \gamma_i$  不随温度变化

考试点  
www.kaoshidian.com

## 3. 真实溶液

2)  $\Delta_{mix} H_m^E$  与  $\Delta_{mix} H_{i,m}^E$  与温度无关

考试点  
www.kaoshidian.com

## 3. 真实溶液

3) 二元正规溶液的  $\gamma$  值不随浓度变化

考试点  
www.kaoshidian.com



## 3.真实溶液

### 考点六：碱度的三种定义

常考题型：简答题

掌握内容：概念叙述

#### (1) 过剩碱

根据分子理论，假设炉渣中有 $2\text{RO}\cdot\text{SiO}_2$ ， $4\text{RO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{RO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ ， $3\text{RO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 等复杂化合物存在。炉渣中碱性氧化物的浓度就要降低。

# 考点冲刺串讲

## 3.真实溶液

### (2) 碱度

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 3.真实溶液

### (3) 光学碱度

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 3.真实溶液

### 考点七：炉渣的光学碱度计算

常考题型：计算题

掌握内容：计算过程

考试点  
www.kaoshidian.com

## 3. 真实溶液

### 考点八：熔渣的氧化还原性

常考题型：简答题、计算题

掌握内容：计算过程

$$(FeO) = [O] + [Fe]$$

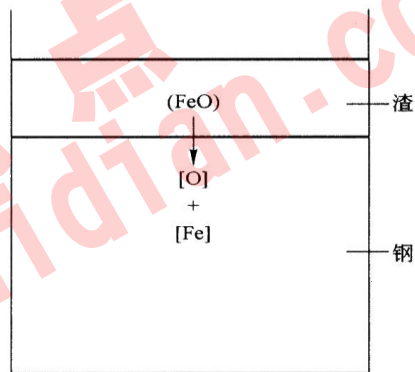
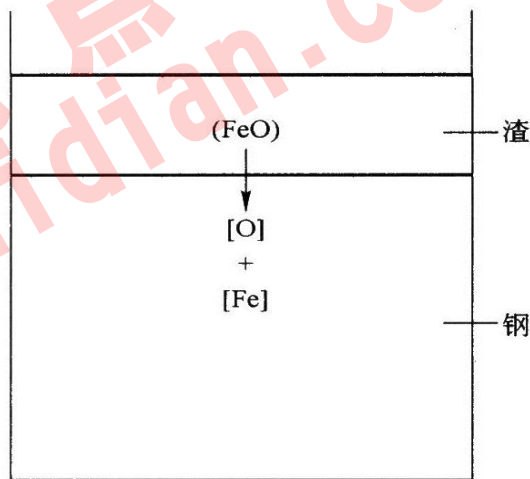


图 1-3-4 FeO 向钢液中传递氧的过程

## 3. 真实溶液

令  $L'_0 = \frac{[\%O]}{a_{FeO}}$  - 代表实际熔渣中的值。



## 3.真实溶液

### 考点九：分子理论模型

常考题型：简答题、计算题

掌握内容：概念叙述、计算过程

1. 假设：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 3.真实溶液

### 考点十：完全离子理论模型

常考题型：简答题、计算题

掌握内容：概念叙述、计算过程

### 炉渣结构

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

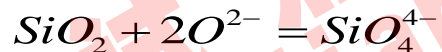
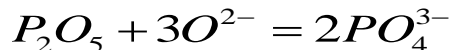
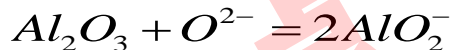
## 3. 真实溶液

离子理论假设：

考试点  
www.kaoshidian.com

## 3. 真实溶液

熔渣的组成氧化物的电离情况如下：



## 3. 真实溶液

熔渣的组成为12.3%FeO、8.84%MnO、42.68%CaO、14.97%MgO、19.34%SiO<sub>2</sub>、2.15%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>。试用完全离子溶液模型计算FeO、CaO、MnO的活度及活度系数。在1873K测得与此渣平衡的钢液中[O]=0.058%。试确定计算FeO活度的正确性。

## 3. 真实溶液

解：根据离子理论，熔渣结构为：

阳离子： $Ca^{2+}$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $Mn^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$

阴离子： $O^{2-}$ 、 $PO_4^{3-}$ 、 $SiO_4^{2-}$

1) 取100g渣。先计算各离子的摩尔数，再计算各组元活度

$$n_{FeO}^o = \frac{12.02}{72} = 0.167$$

$$n_{SiO_2}^o = \frac{19.34}{60} = 0.322$$

$$n_{MnO}^o = \frac{8.84}{71} = 0.125$$

$$n_{MgO}^o = \frac{14.97}{40} = 0.374$$

$$n_{CaO}^o = \frac{42.68}{56} = 0.762$$

$$n_{P_2O_5}^o = \frac{2.15}{142} = 0.015$$

## 3. 真实溶液

可得到个阳离子的摩尔数

$$n_{Ca^{2+}} = n_{CaO} = 0.762 \quad n_{Fe^{2+}} = n_{FeO} = 0.167$$

$$n_{Mn^{2+}} = n_{MnO} = 0.125 \quad n_{Mg^{2+}} = n_{MgO} = 0.374$$

$$\sum n_i = n_{FeO} + n_{CaO} + n_{MnO} + n_{MgO} = 1.428$$

由以下反应  $SiO_2 + 2O^{2-} = SiO_4^{4-}$   $P_2O_5 + 3O^{2-} = 2PO_4^{3-}$

故复合阴离子的摩尔数

$$n_{SiO_4^{4-}} = n_{SiO_2} = 0.322 \quad n_{PO_4^{3-}} = n_{P_2O_5} = 0.03$$

## 3. 真实溶液

简单阴离子摩尔数：

$$\begin{aligned}n_{O^{2-}} &= \sum n_{i^+} - 2n_{SiO_2} - 3n_{P_2O_5} \\&= 1.428 - 2 \times 0.322 - 3 \times 0.015 \\&= 0.739\end{aligned}$$

故阴离子的总摩尔数

$$\begin{aligned}\therefore \sum n_{j^-} &= n_{O^{2-}} + n_{SiO_4^{4-}} + n_{PO_4^{3-}} \\&= 0.739 + 0.322 + 0.03 \\&= 1.091\end{aligned}$$

## 3. 真实溶液

$$x_{Fe^{2+}} = \frac{n_{Fe^{2+}}}{\sum n_{i^{+}}} = \frac{0.167}{1.428} = 0.117$$

$$x_{Mg^{2+}} = \frac{n_{Mg^{2+}}}{\sum n_{i^{+}}} = \frac{0.374}{1.428} = 0.262$$

$$x_{Mn^{2+}} = \frac{n_{Mn^{2+}}}{\sum n_{i^{+}}} = \frac{0.125}{1.428} = 0.088$$

$$x_{Ca^{2+}} = \frac{n_{Ca^{2+}}}{\sum n_{i^{+}}} = \frac{0.762}{1.428} = 0.534$$

$$x_{O^{2-}} = \frac{n_{O^{2-}}}{\sum n_{j^{-}}} = \frac{0.739}{1.091} = 0.677$$



$$a_{FeO} = x_{Fe^{2+}} x_{O^{2-}} = 0.117 \times 0.677 = 0.079$$

$$a_{CaO} = x_{Ca^{2+}} x_{O^{2-}} = 0.534 \times 0.677 = 0.362$$

$$a_{MnO} = x_{Mn^{2+}} x_{O^{2-}} = 0.088 \times 0.677 = 0.060$$

## 3. 真实溶液

活度系数

$$r_{FeO} = \frac{a_{FeO}}{x_{FeO}} = \frac{0.079}{\frac{0.167}{1.765}} = 0.83$$

$$r_{CaO} = \frac{a_{CaO}}{x_{CaO}} = \frac{0.362}{\frac{0.762}{1.765}} = 0.84$$

$$r_{MnO} = \frac{a_{MnO}}{x_{MnO}} = \frac{0.060}{\frac{0.125}{1.765}} = 0.83$$

2) 根据与炉渣平衡的钢液中氧的浓度 (0.058%), 由

$L_0 = \frac{[\%O]}{a_{FeO}}$  及 1600℃ 时,  $L_0 = 0.23$  可得:

$$a_{FeO} = \frac{[\%O]}{K} = \frac{0.058}{0.23} = 0.252$$





北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

# 冶金物理化学

## 考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

### 第5讲 冲刺串讲（五）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 4. 硫容量

考点一：氧分压小于 $0.1\text{Pa}$

考点二：氧分压大于 $0.1\text{Pa}$

考试点  
www.kaoshidian.com

## 4.硫容量

考点一：氧分压小于0.1Pa

常考题型：简答题

掌握内容：推导过程

炉渣对有害气体杂质的吸收能力称为渣容量。例如， $S_2$ 、 $P_2$ 、 $N_2$ 、 $H_2$ 及 $H_2O$ 气等，均能在渣中溶解，并保留在渣中。渣容量定义是建立在渣-气平衡的热力学基础上的。

# 考点冲刺串讲

## 4. 硫容量

推导过程：

考试点  
www.kaoshidian.com

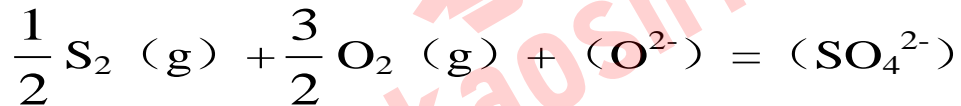
## 4.硫容量

### 考点二：氧分压大于0.1Pa

常考题型：简答题

掌握内容：推导过程

当体系的氧分压大于0.1Pa时，渣中硫以硫酸盐形式存在，其反应为



## 冶金动力学

利用化学反应动力学原理和传输原理，从研究冶金反应的机理、限制环节及反应条件对反应机理、限制环节的影响等方面解决冶金过程反应的速率问题的学科。

## 5.冶金反应动力学基础

考点一：化学反应动力学基础

考点二：菲克第一、第二定律

考点三：菲克第二定律几个特殊解

考点四：有效边界层与多相反应动力学基本方程

考点五：双模理论

考点六：溶质渗透理论

考点七：表面更新理论

考点八：不同传质理论所得到的传质系数的表达式

## 冶金过程动力学基础

本部分内容可以分为三个方面：

- 化学反应动力学（**化学**）；
- 均相与对流过程传质速率与机理研究（**物理**）；
- 几类典型冶金多相体系反应动力学模型（**冶金应用**）。



# 考点冲刺串讲

## 5.冶金反应动力学基础

### 考点一：化学反应动力学基础

常设题型：计算题

掌握内容：表达式

### 冶金动力学研究方法

- 1) 首先研究反应机理；
- 2) 用两个方法得到速率方程

# 考点冲刺串讲

## 5.冶金反应动力学基础

1) 反应进度

2) 转化速率

3) 反应速率

考试点  
www.kaoshidian.com

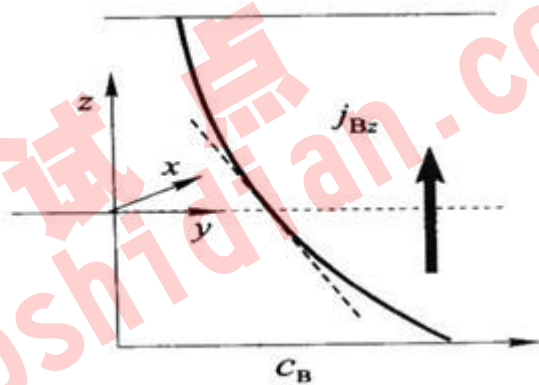
# 考点冲刺串讲

## 5.冶金反应动力学基础

传递过程必要的基本概念

梯度：

物质通量



## 5.冶金反应动力学基础

### 考点二：菲克第一、第二定律

常设题型：简答题

掌握内容：概念叙述

#### 菲克第一定律

在单位时间内,稳态扩散条件下,通过垂直于传质方向单位截面的某物质的量(物质流密度,或物质的通量,以符号 $J_A$ 表示)与扩散组元浓度梯度成正比。

## 5.冶金反应动力学基础

### 菲克第二定律

在物质的浓度随时间变化的体系中，即  $\frac{dc}{dt} \neq 0$ ，体系中发生的是非稳态扩散。

在一维体系中，单位体积单位时间浓度的变化等于在该方向上通量（单位时间通过单位面积的摩尔量）的变化，这既是菲克第二定律，其数学表达式为：

## 5.冶金反应动力学基础

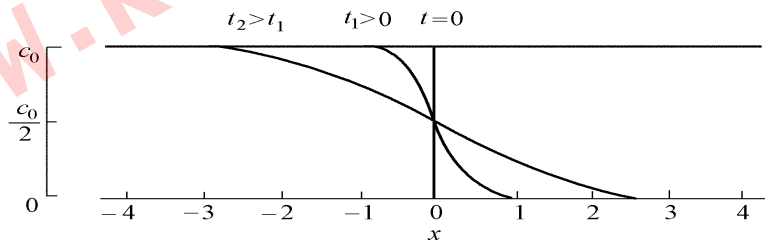
### 考点三：菲克第二定律几个特殊解

常设题型：简答题

掌握内容：初始条件，边界调节，特解

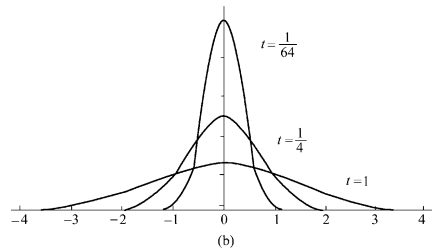
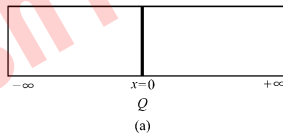
#### 1) [扩散偶问题]

两根等截面的细杆(或液体柱)对接，其中一根杆(或液柱)中扩散组元A的浓度 $c=c_0$ ，而另一根中其浓度 $c=0$ 。



## 5.冶金反应动力学基础

2) 对于含有一定浓度 $c_0$ 的薄片夹在两个半无限长的细杆中间一维扩散问题 (  $V$  为薄片的体积,  $Q$  为浓度为 $C_0$ 的组元的总量 )。



## 5.冶金反应动力学基础

### 3) “微元 ( 毛细管 ) - 熔池” 的一维扩散

【问题】扩散组元浓度为 $c_0$ 的熔池中，放置一个一端封闭的毛细管，其中扩散组元的浓度为 $c_1$ ，其开口一端与熔池的接触就形成了一维半无限长的扩散问题。



## 5.冶金反应动力学基础

### 考点四：有效边界层与多相反应动力学基本方程

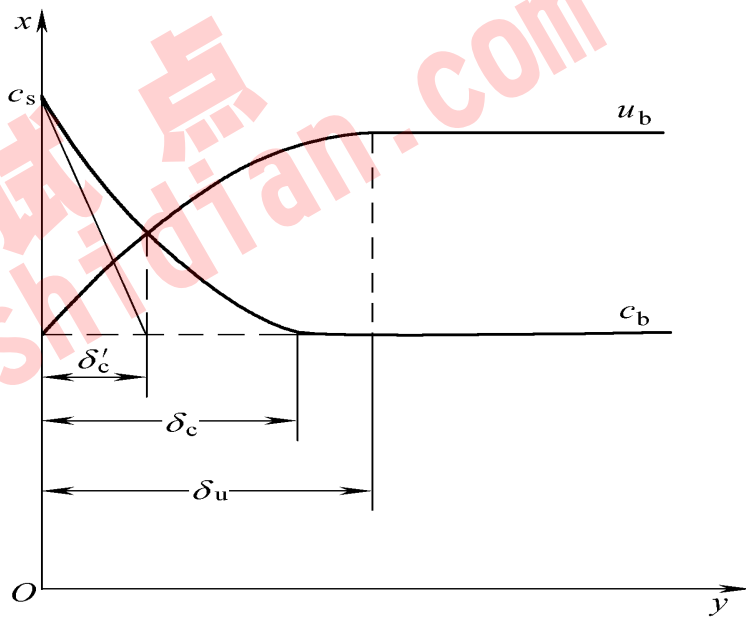
常设题型：简答题

掌握内容：推导过程

在界面处（即 $y=0$ ）的浓度分布曲线引一切线，此切线与浓度边界层外流体内部的浓度 $c_b$ 的延长线相交，通过交点作一条与界面平行的平面，此平面与界面之间的区域叫做有效边界层，用  $\delta_c$  来表示。

## 5.冶金反应动力学基础

### 多相反应动力学基本方程推导



# 考点冲刺串讲

## 5.冶金反应动力学基础

瓦格纳 ( C. Wagner ) 定义有效边界层

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 5.冶金反应动力学基础

### 考点五：双模理论

常设题型：简答题

掌握内容：概念叙述

双模理论假设

考试点  
www.kaoshidian.com



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

# 冶金物理化学

## 考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

### 第6讲 冲刺串讲（六）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 5.冶金反应动力学基础

### 考点六：溶质渗透理论

常设题型：简答题

掌握内容：概念叙述

溶质渗透理论假设

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 5.冶金反应动力学基础

### 考点七：表面更新理论

常设题型：简答题

掌握内容：概念叙述

表面更新理论假设

考试点  
www.kaoshidian.com

## 5.冶金反应动力学基础

### 考点八：不同传质理论所得到的传质系数的表达式

常设题型：简答题

掌握内容：概念叙述

边界层及双膜理论

溶质渗透理论

表面更新理论



## 6.多相反应动力学

考点一：未反应核模型

考点二：外扩散为限制环节时的反应模型

考点三：固相产物层中的内扩散

考点四：界面化学反应控速

考点五：液相中气泡生成机理

考点六：液/液反应动力学

# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

### 考点一：未反应核模型

常设题型：简答题、计算题

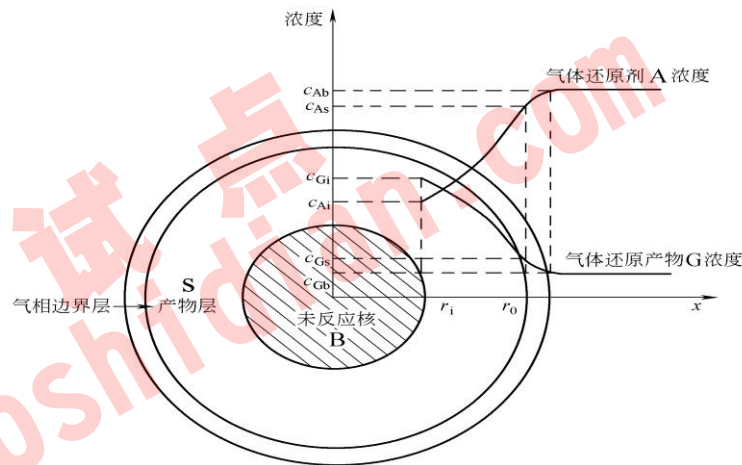
掌握内容：概念叙述

本章研究的气/固反应的一般反应式为

反应的假设：

## 6.多相反应动力学

### 反应机理



## 6.多相反应动力学

### 考点二：外扩散为限制环节时的反应模型

常设题型：简答题、计算题

掌握内容：推导过程

若界面化学反应不可逆，由于外扩散是限制环节，可以认为通过产物的反应物气体物质扩散到未反应核界面上立即和固体反应，可以认为  $c_{Ai} \approx 0$ 。因此得到：

## 6.多相反应动力学

联立上面两式，得到

分离变量积分后，得反应时间 $t$ 与未反应核半径的关系式

反应物B完全反应时， $r_i=0$ ，则完全反应时间 $t_f$ 为

# 考点冲刺串讲

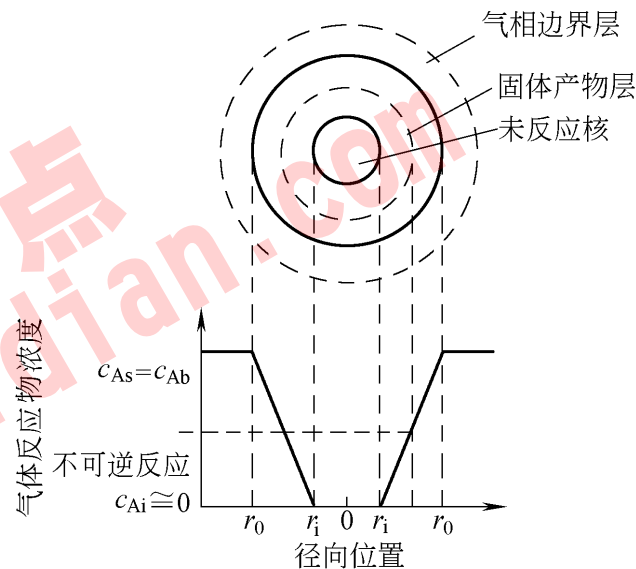
## 6.多相反应动力学

### 考点三：固相产物层中的内扩散

常设题型：简答题、计算题

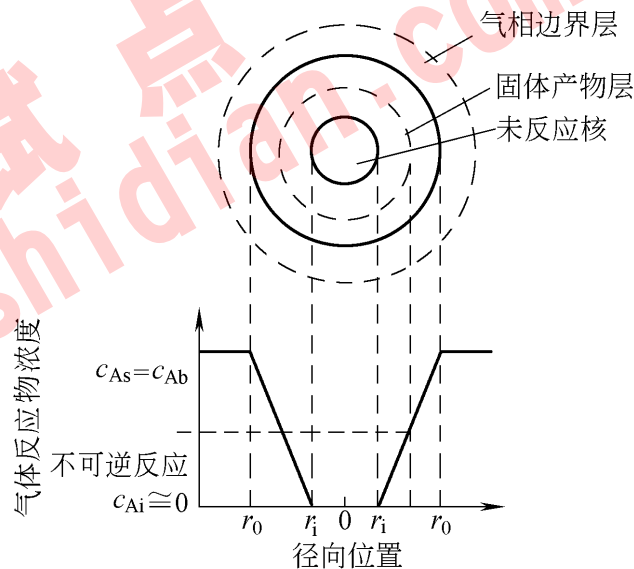
掌握内容：推导过程

固相产物层中的内扩散推导过程：



## 6. 多相反应动力学

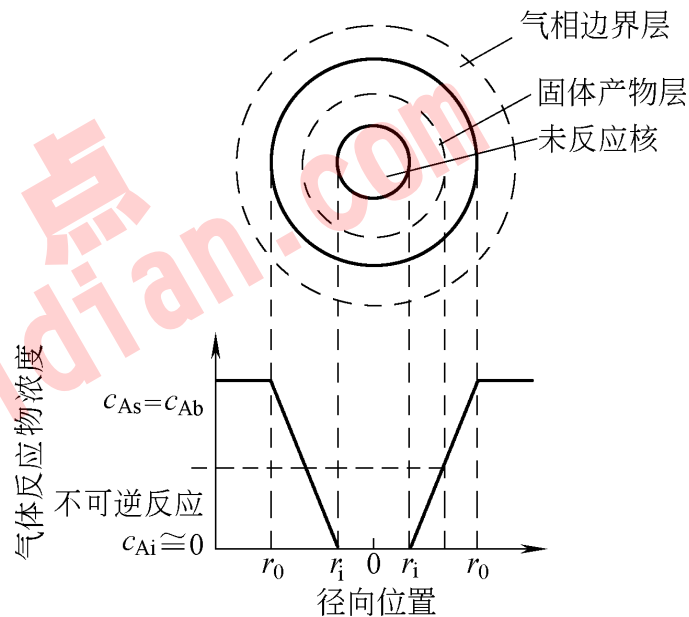
固相产物层中的内扩散推导过程：



# 考点冲刺串讲

## 6. 多相反应动力学

固相产物层中的内扩散推导过程：





# 考点冲刺串讲

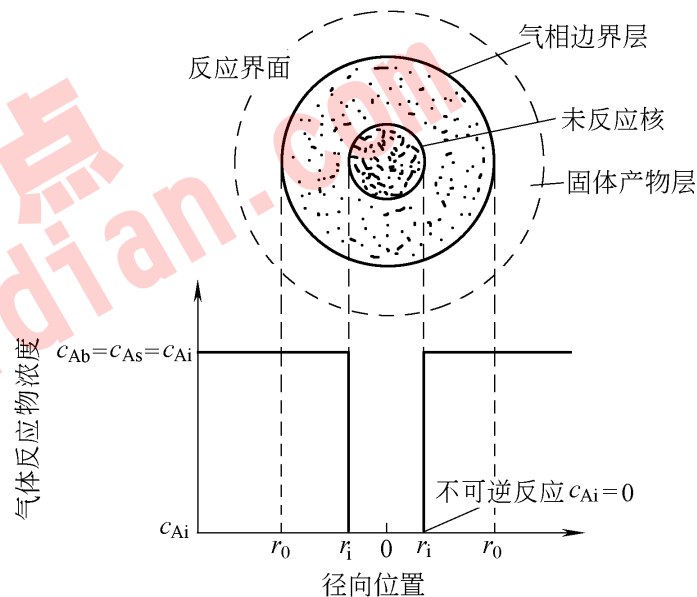
## 6.多相反应动力学

### 考点四：界面化学反应控速

常设题型：简答题、计算题

掌握内容：推导过程

界面化学反应推导过程：



# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

气体反应物在固相产物层中的内扩散为限制环节

界面化学反应为限制环节

内扩散与界面化学反应联合限制

# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

### 考点五：液相中气泡生成机理

常设题型：简答题、计算题

掌握内容：推导过程

液相中气泡生成机理

考试点  
www.kaoshidian.com

## 6.多相反应动力学

若钢液中  $w[C] = 4.5\%$ ,  $w[O] = 0.02\%$ , 钢液和气体的表面张力为  $\sigma = 1.5 \text{ N/m}$ , 钢液中能否形成半径为  $10^{-7} \text{ m}$  的气泡?



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

冶金物理化学

考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

第7讲 冲刺串讲（七）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

## 6.多相反应动力学

### 非均相中气泡生成机理

【实验现象】炼钢炉衬的耐火材料表面是不光滑的，表面上有大量微孔隙，由于钢水和耐火材料不浸润，接触角大于 $90^\circ$ ，约为 $120^\circ$ - $160^\circ$ 之间，钢水不完全浸入到耐火材料的微孔隙中，这些微孔隙就成了生成一氧化碳气泡的天然核心

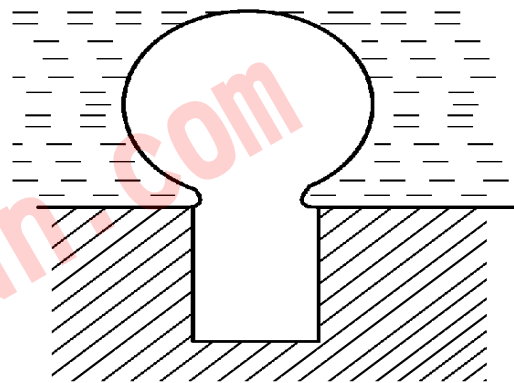
## 6.多相反应动力学

- 1) 孔隙为圆柱形孔隙，其半径为 $r$ ；
- 2) 固相与液相间的接触角为 。

表面张力所产生的附加压力与液体产生的重力方向相反，其数值可由下式计算：

## 6.多相反应动力学

[例]：在钢液中，气液表面张力 值约为 $1.5 \text{ N m}^{-1}$ ，角约为 $150^\circ$ ，钢液密度为 $7200 \text{ kg m}^{-3}$ ，设熔池深度为 $0.5 \text{ m}$ 。活性孔隙的最大半径是多少？





# 考点冲刺串讲

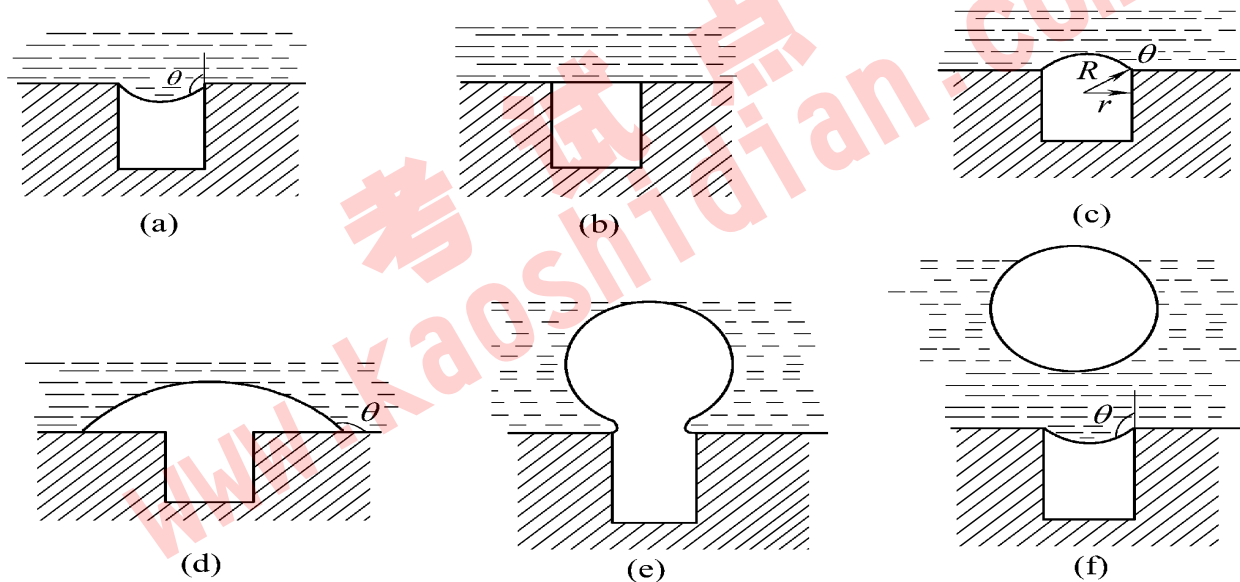
## 6.多相反应动力学

解题过程：

考试点  
www.kaoshidian.com

## 6. 多相反应动力学

从活性孔隙中产生气泡的全过程



## 6.多相反应动力学

炼钢过程中一氧化碳气泡的上浮与长大

[问题]以电炉中碳氧反应为例，讨论CO在炼钢过程中的生成和长大。

反应机理：

# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

### 分析简化过程

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

吹氩脱碳过程动力学（超低碳不锈钢的冶炼）

单一气泡吹氩脱碳

钢液中鼓入氩气脱碳的机理：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

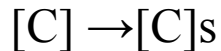
分析简化过程：

考试点  
www.kaoshidian.com

## 6.多相反应动力学

对超低碳含量的钢液,氧的浓度远大于碳的浓度,可以近似地认为碳的扩散是限制性环节。因此

数学模型



根据传质理论,碳的传质速率

## 6.多相反应动力学

由黑碧的溶质渗透理论可以得出

其中气泡与钢液的接触时间 $t_e$ 可按下式计算出

对于直径大于1cm的球冠形气泡, $u_t$ 与气泡半径间的关系为

若将钢液中由初始碳脱到末态,需吹入氩气的量





# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

吹氩脱氢过程动力学

机理分析

考试点  
www.kaoshidian.com

## 6.多相反应动力学

### ➤吹氩脱氢过程动力学 数学模型

一个氩气泡上浮过程脱氢的量为

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

真空冶金过程动力学

脱气反应

$$2[i] = i_2$$

反应机理：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

真空冶金过程动力学数学模型

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

### 考点六：液/液反应动力学

常设题型：简答题、计算题

掌握内容：反应机理，推导过程

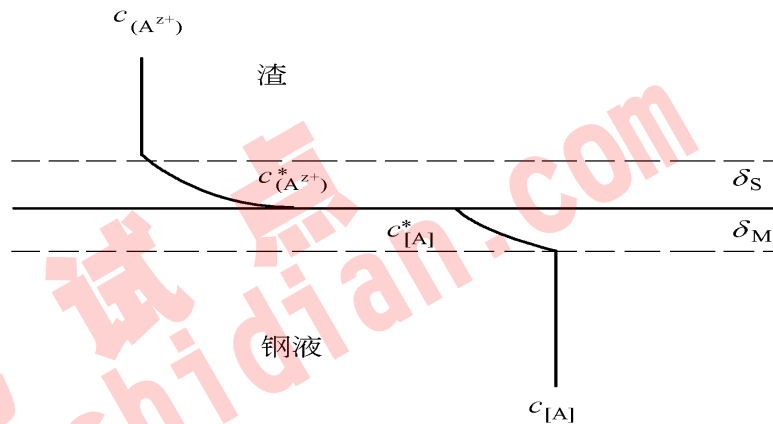
反应机理

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

研究对象



## 6.多相反应动力学

### 液液反应限制性环节判定及处理方法

考试点  
www.kaoshidian.com

## 6.多相反应动力学

如果A在铁液中的扩散是限制环节

则只考虑  $[A] \rightarrow [A]^*$

由多相反应动力学基本方程

考试点  
www.kaoshidian.com



## 6.多相反应动力学

### 对于反应 $[A]=(Az+)$ 一般问题的处理

对于一般情况,若组元A在钢液和在渣中的扩散及在界面化学反应速率差不多,每一步的物质流密度如下:

在金属液边界层的物质流密度

在渣相边界层的物质流密度

若界面化学反应为一级反应,则 正反应的速率为

## 6.多相反应动力学

对于反应  $A \rightleftharpoons A_z + \dots$  一般问题的处理

逆反应的速率为

动态平衡时,

当正、逆反应速率不相等时, 则化学反应净速率为

# 考点冲刺串讲

## 6. 多相反应动力学

若总反应过程认为是稳态，则

考试点  
www.kaoshidian.com

## 6.多相反应动力学

### 钢中锰氧化的动力学问题的解决方法

**问题**：27 t电炉炼钢过程中,求沸腾的条件下Mn的氧化速率。计算Mn被去除掉90%时所需要的时间。设炉温为 $1600^{\circ}\text{C}$ ,渣的成分为: $w(\text{FeO})=20\%$ ;  $w(\text{MnO})=5\%$ ,而钢中Mn含量为0.2%,钢的密度 $\rho_{\text{st}}=7.0\times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ,渣的密度 $\rho_{\text{s}}=3.5\times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ 。渣钢界面积为 $15\text{m}^2$ , Mn、 $\text{Mn}^{2+}$ 、Fe、 $\text{Fe}^{2+}$ 的扩散系数 $D$ 以及它们在钢渣界面扩散时边界层厚度已由实验求得,现分别列于下表中

步骤	渣钢界面积 $A/\text{m}^2$	扩散系数 $D/(\text{m}^2 \text{ s}^{-1})$	边界层厚度 $/\text{m}$
1	15	$10^{-8}$	$3\times 10^{-5}$
2	15	$10^{-10}$	$1.2\times 10^{-4}$
4	15	$10^{-10}$	$1.2\times 10^{-4}$
5	15	$10^{-8}$	$3\times 10^{-5}$

## 6.多相反应动力学

钢中锰氧化的动力学问题的解决方法

反应机理

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学 分析控速过程

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

### 动力学计算题过程

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 6.多相反应动力学

计算题变化方式：





北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

## 冶金物理化学

### 考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

#### 第9讲 第一套模拟试卷精讲（二）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷一解析

6. 简述如何判断炉渣的氧化还原性。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷一解析

7. 简述菲克第一、第二定律。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷一解析

8. 试写出表面更新理论假设及传质系数，并讨论其优越性。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷一解析

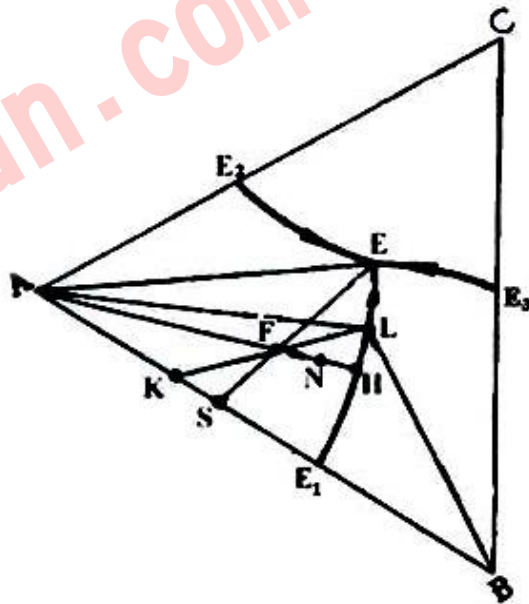
9. CO在炼钢过程中碳氧反应机理。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

二、（25分）如图中 $F$ 点表示A-B-C三元的熔体质量为 $m_F$ 。试分别回答以下的三个问题。

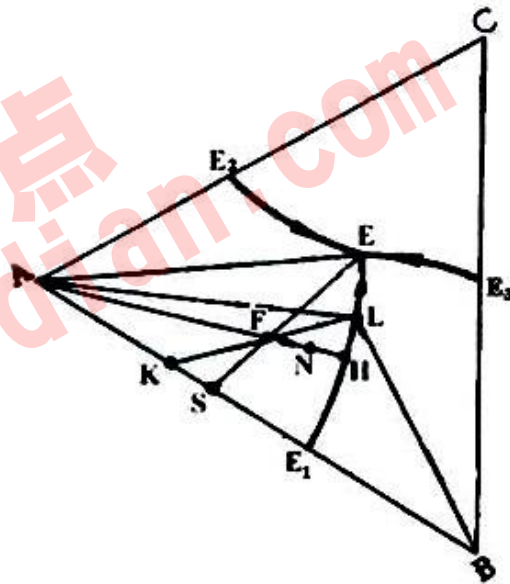
- （1）能获得多少一次结晶的A？
- （2）在二次结晶过程，液相组成由 $H \rightarrow L$ 变化时，达到 $L$ 时，获得多少固相，分别是什么？
- （3）三元共晶开始前，尚余多少液相？



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷一解析

### 二、解析：



## 模拟试卷一解析

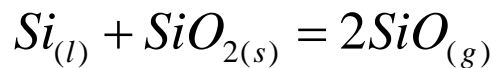
### 三、(25分) 热力学部分计算题

高炉渣中 (SiO<sub>2</sub>) 与生铁中的[Si]可发生下述反应 (SiO<sub>2</sub>) + [Si] = 2SiO(g)

问：1780K上述反应达到平衡时，SiO的分压可达多少Pa?

已知 渣中 (SiO<sub>2</sub>) 活度为0.09。生铁中w[C] = 4.1% , w[Si] = 0.9%

$$e_{Si}^{Si} = 0.109, e_{Si}^C = 0.18$$



$$Si_{(l)} = [Si]$$

$$\Delta_r G^\ominus = (633000 - 299.8T) J$$

$$\Delta_{sol} G^\ominus = (-131500 - 17.24T) J \cdot mol^{-1}$$





# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷一解析

### 三、解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷一解析

### 三、解析：

### 四、（30分）动力学部分计算题

一个30吨电炉, 钢水深度50cm,  $1600^{\circ}\text{C}$ 时钢-渣界面上与钢渣相平衡钢水中金属Mn含量为0.05%(质量分数), 氧化期加矿石沸腾时Mn氧化属于钢液边界层内传质控速。已知钢液原始[Mn]为0.4%(质量分数), 经过35分钟钢液中Mn含量降至0.09%（质量分数）, 钢-渣界面积等于钢液静止时的2.5倍。

- （1）写出Mn氧化的反应步骤；
- （2）求Mn在钢液边界层中的传质系数。



# 考点冲刺串讲

模拟试卷一解析

四、解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

模拟试卷一解析

四、解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

冶金物理化学

考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

第10讲 第二套模拟试卷精讲（一）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

一、简要回答下列问题（第1-8小题每题7分，第9小题14分，共70分）

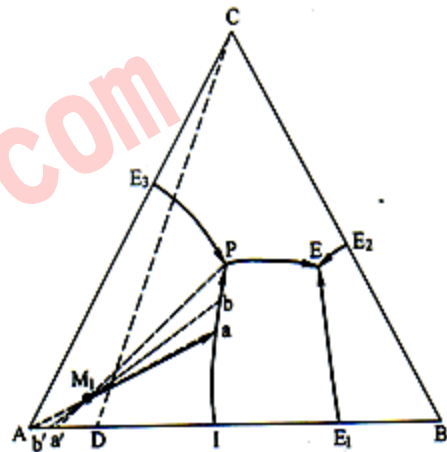
1. 试写出固相中组元i的吉布斯自由能,并讨论固溶体、共晶体和纯固体中选用的标准态。
2. 证明氧势图中 $\Delta G^\theta \sim T$ 斜率等于零的情况。
3. 用热力学原理解释为什么说碳是万能的还原剂。
4. 对于组元i,有 $G_i = G_i^\theta + RT \ln a_i$ ，当选取不同标准态时， $G_i$ 、 $G_i^\theta$ 、 $a_i$ 分别如何变化？

## 模拟试卷二

- 5.对比正规溶液活度系数计算方法和wagner模型计算活度系数的方法。
- 6.简述分子理论假设条件。
- 7.简述有效边界层定义，并图像描述有效边界层。
- 8.试写出溶质渗透理论基本假设以及传质系数。
- 9.试写出金属液—熔渣反应机理。



二、(25分) 对于如下三元系相图，成分为 M1 点的液相，用相图的相关原理分析其冷却过程。

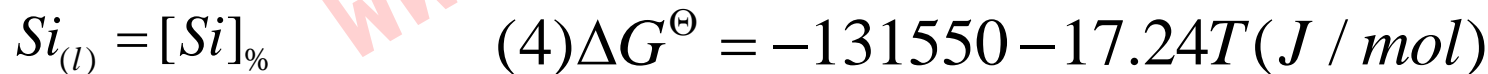
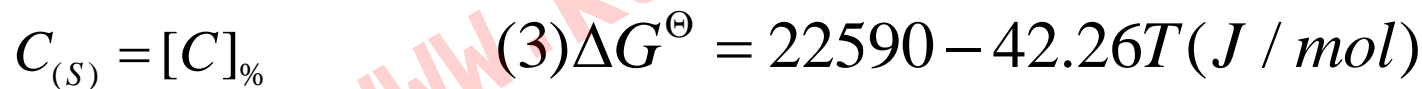
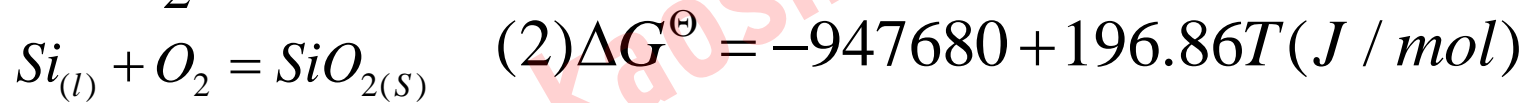
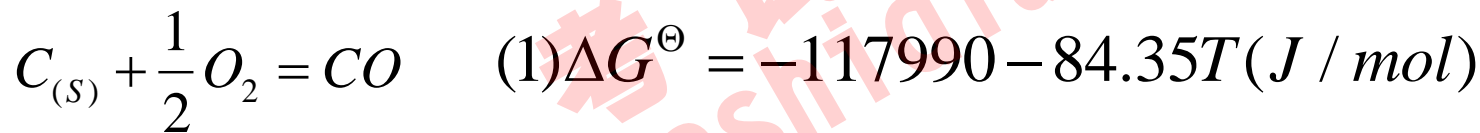


# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二

三、(25分) 将含 $[\%C]=4.5$ ， $[\%Si]=0.6$ 的铁水兑入转炉中，在 $1300^{\circ}\text{C}$ 下吹氧炼钢，假定气体压力为 $1.01325 \times 10^5 \text{pa}$ ，生成的 $\text{SiO}_2$ 为纯物质。试问：铁水中的碳和硅哪个先氧化？

已知： $e_C^C = 0.14$ ， $e_C^{Si} = 0.08$ ， $e_{Si}^{Si} = 0.11$ ， $e_{Si}^C = 0.18$



## 模拟试卷二

四、（30分）在圆桶状熔池深度为40cm的铁水罐中进行铁水脱硅的熔渣-金属间反应，即（1）写出反应的动力学步骤；（2）假设钢液内部硅扩散是控速环节，某一时刻浓度差 $\Delta w[\text{Si}] = 0.04\%$ ，边界层厚度 $\delta = 0.004\text{cm}$ ， $D[\text{Si}] = 4 \times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{s}$ 并计算出瞬时脱硅速率（ $dw[\text{Si}]/dt$ ）。

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二试题分析

基础题：一、（1）、（2）（6）（8）（9）

中等题：一、（2）、（4）、（7）；二（相图题）；三、热力学计算题

拔高题：一：（3）、（5）；四（动力学计算题）

其中：

一、（3）难点：

一、（5）难点：

四、（动力学计算题）难点：

方法：

注意答题的技巧性，学会从题目中看出考点；

注意不同考点知识的相关性，学会找出不同点和相同点；

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

1. 试写出固相中组元i的吉布斯自由能,并讨论固溶体、共晶体和纯固体中选用的标准态。

解析：

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

2.证明氧势图中 $\Delta G^\theta \sim T$ 斜率等于零的情况。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

3.用热力学原理解释为什么说碳是万能的还原剂。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

4. 对于组元*i*, 有  $G_i = G_i^\theta + RT \ln a_i$ , 当选取不同标准态时,  $G_i$ 、 $G_i^\theta$ 、 $a_i$  分别如何变化?

解析:

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

5.对比正规溶液活度系数计算方法和wagner模型计算活度系数的方法。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

6.简述分子理论假设条件。

解析：

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

7.简述有效边界层定义，并图像描述有效边界层。

解析：



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

冶金物理化学

考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

第11讲 第二套模拟试卷精讲（二）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

8.试写出溶质渗透理论基本假设以及传质系数。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

9.试写出金属液—熔渣反应机理。

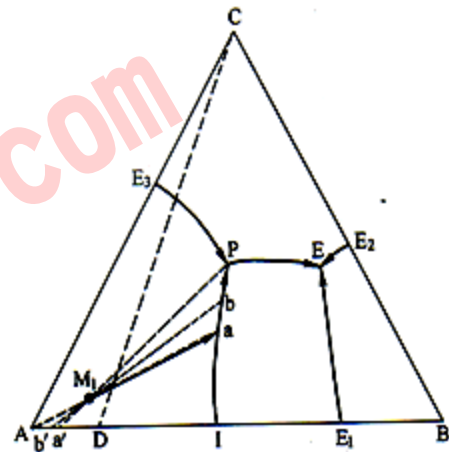
解析：

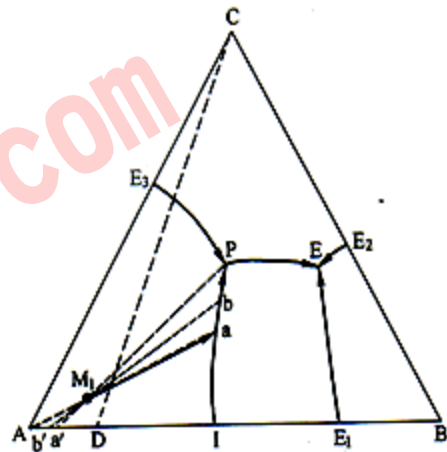
考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

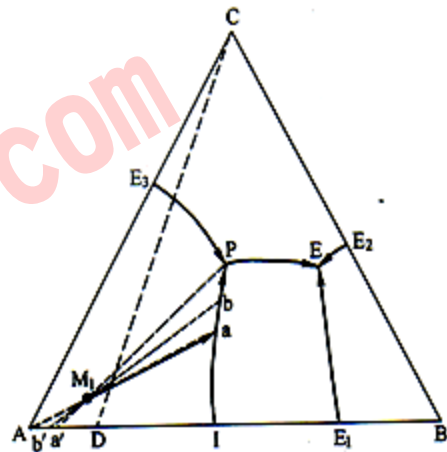
## 模拟试卷二解析

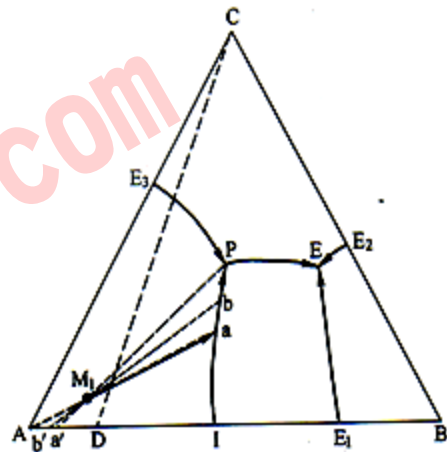
二、对于如下三元系相图，成分为  $M_1$  点的液相，用相图的相关原理分析其冷却过程。







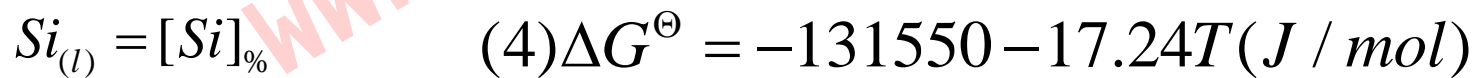
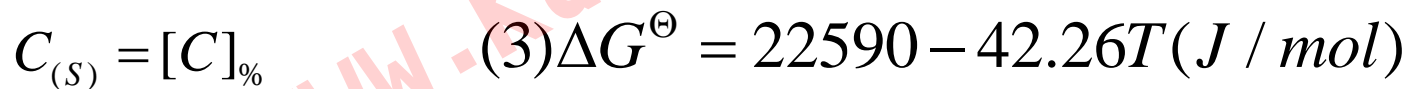
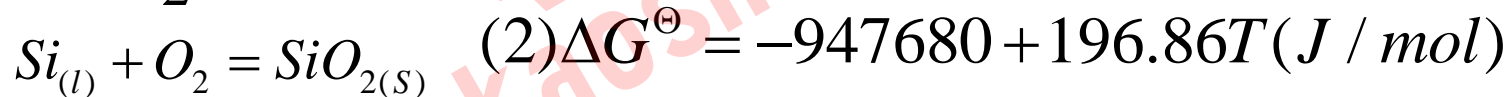
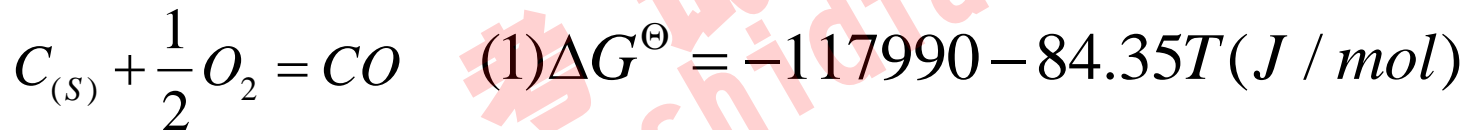




## 模拟试卷二解析

三、将含 $[\%C]=4.5$ ， $[\%Si]=0.6$ 的铁水兑入转炉中，在 $1300^{\circ}\text{C}$ 下吹氧炼钢，假定气体压力为 $1.01325 \times 10^5 \text{pa}$ ，生成的 $\text{SiO}_2$ 为纯物质。试问：铁水中的碳和硅哪个先氧化？

已知： $e_C^C = 0.14, e_C^{Si} = 0.08, e_{Si}^{Si} = 0.11, e_{Si}^C = 0.18$





# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

### 三、解析：



# 考点冲刺串讲

模拟试卷二解析

三、解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

## 模拟试卷二解析

四、在圆桶状熔池深度为40cm的铁水罐中进行铁水脱硅的熔渣-金属间反应，即（1）写出反应的动力学步骤；（2）假设钢液内部硅扩散是控速环节，某一时刻浓度差 $\Delta w[\text{Si}] = 0.04\%$ ，边界层厚度 $\delta = 0.004\text{cm}$ ， $D[\text{Si}] = 4 \times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{s}$ 并计算出瞬时脱硅速率（ $dw[\text{Si}]/dt$ ）。



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷二解析

### 四、解析：



# 考点冲刺串讲

模拟试卷二解析

四、解析：

考试点  
www.kaoshidian.com





北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

冶金物理化学

考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

第12讲 第三套模拟试卷精讲（一）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

## 模拟试卷三

一、简要回答下列问题（第1-8小题每题7分，第9小题14分，共70分）

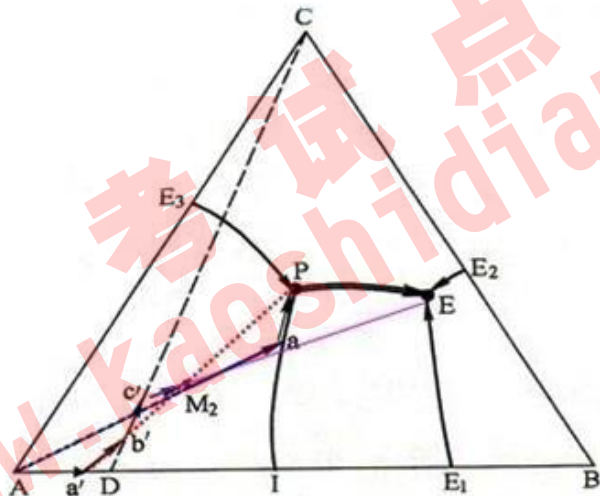
1. 试推导化学反应等温方程式。
2. 简述 $\Delta G^\theta = -TR \ln K^\theta$ 等式两边的各表示什么状态，并写出如何求出 $\Delta G^\theta$ 和 $K^\theta$ 。
3. 证明氧势图中 $\Delta G^\theta \sim T$ 斜率大于零的情况。
4. 简述Ellingham图的热力学特征。
5. 试推导纯物质标准态活度和1%标准态活度之间的关系。

## 模拟试卷三

6. 简述正规溶液的定义。
7. 简述离子理论假设条件。
8. 试推导多相反应动力学方程，并写出各项参数意义。
9. 写出气—固反应的基本假设以及反应步骤。

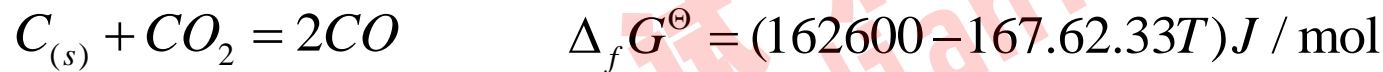
## 模拟试卷三

二、（25分）对于如下三元系相图，成分为  $M_2$  点的液相，用相图的相关原理分析其冷却过程。



## 模拟试卷三

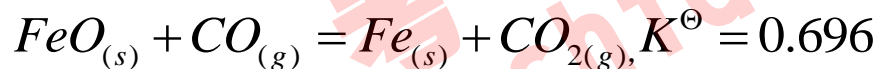
三、（25分）已知在460-1200K温度范围内，下列俩反应的 $\Delta G^\ominus$ 与T的关系如下：



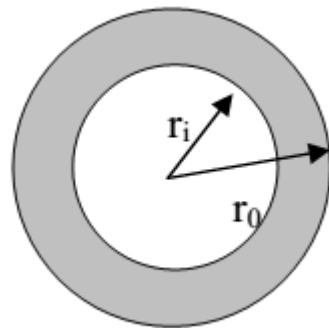
问：将铁放在含有CO<sub>2</sub>20%、CO75%、其余为氮气的混合气体中，在总压为202.65kPa，温度为900℃的条件下，有无生成Fe<sub>3</sub>C生成？若要生成Fe<sub>3</sub>C，总压需多少？

## 模拟试卷三

四、（30分）直径为1.2cm的FeO球团，在800°C、0.1MPa的CO气流内进行还原，还原产物是多孔结构铁。已知还原反应属于CO气体在产物层内扩散控速，球团密度 $4.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ， $M_{\text{FeO}} = 72 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ，产物层内CO有效扩散系数 $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ，还原反应：



假设还原前后球团直径不变，求完全还原所需要的时间。



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三试题分析

基础题：一、(3)、(4)(6)(7)(9)

中等题：一、(5)、(8)；二(相图题)；三、热力学计算题

拔高题：一：(1)、(2)；四(动力学计算题)

### 其中：

一、(1)难点：

一、(2)难点：

四、(动力学计算题)难点：

### 方法：

注意书中的一些细节；

掌握常考公式的推导，保证正确性；



## 模拟试卷三解析

一、简要回答下列问题（第1-8小题每题7分，第9小题14分，共70分）

1. 试推导化学反应等温方程式。

解析：

www.kaoshidian.com



## 模拟试卷三解析

2. 简述 $\Delta G^\theta = -TR \ln K^\theta$ 等式两边的各表示什么状态，并写出如何求出 $\Delta G^\theta$ 和 $K^\theta$ 。

解析：

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

3. 证明氧势图中 $\Delta G^\theta \sim T$ 斜率大于零的情况。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

4. 简述Ellingham图的热力学特征。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

5. 试推导纯物质标准态活度和1%标准态活度之间的关系。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

6. 简述正规溶液的定义。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

7. 简述离子理论假设条件。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

8. 试推导多相反应动力学方程。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

9. 写出气—固反应的基本假设以及反应步骤。

解析：反应步骤见下一讲

考试点  
www.kaoshidian.com





北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

冶金物理化学

考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

第13讲 第三套模拟试卷精讲（二）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

9. 写出气—固反应的基本假设以及反应步骤。

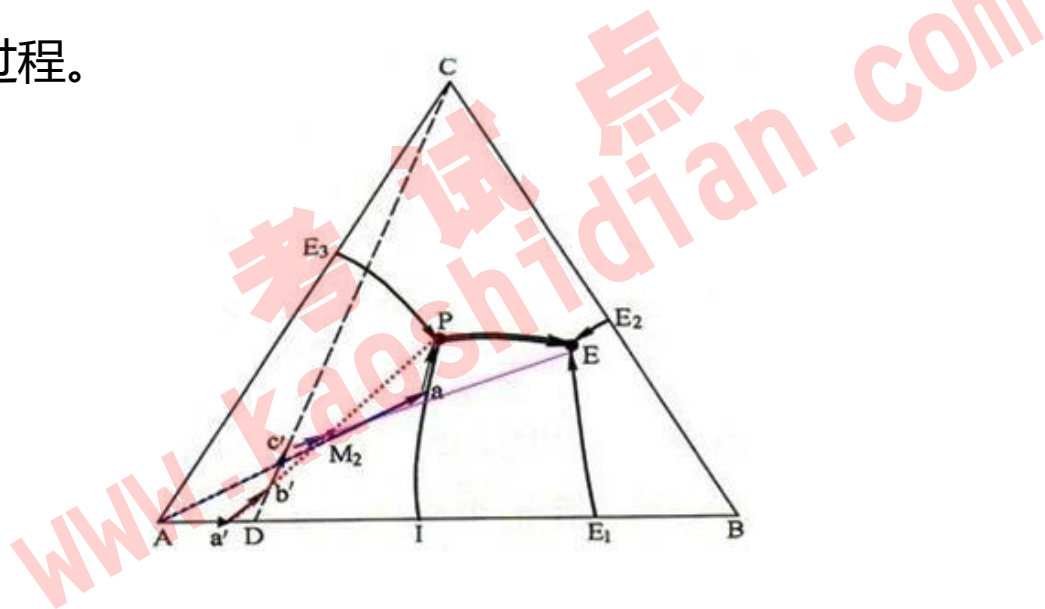
解析：反应基本假设见上一讲

考试点  
www.kaoshidian.com

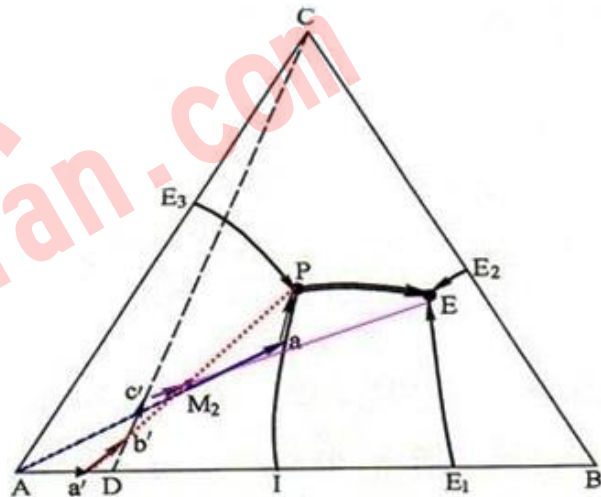
# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

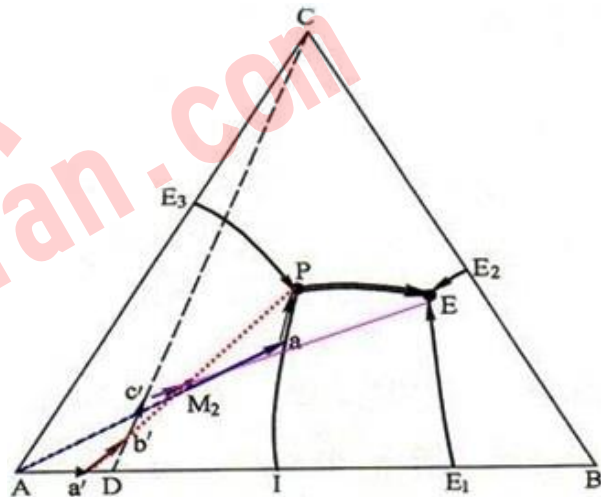
二、（25分）对于如下三元系相图，成分为  $M_2$  点的液相，用相图的相关原理分析其冷却过程。



## 二、解析：



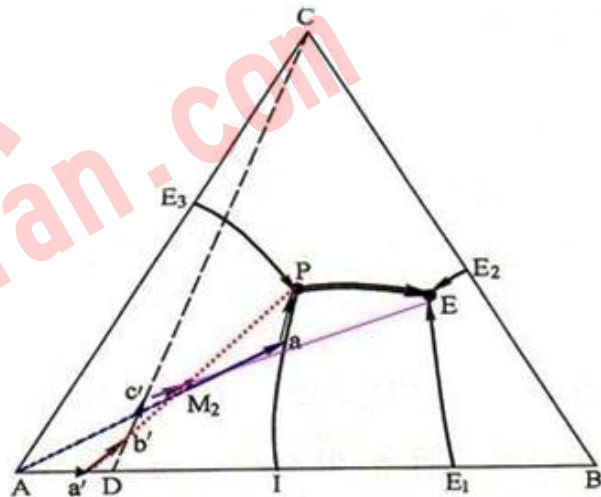
## 二、解析：



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

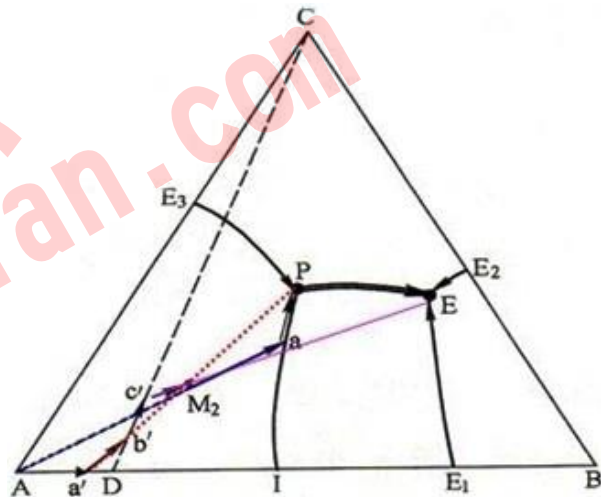
### 二、解析：



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

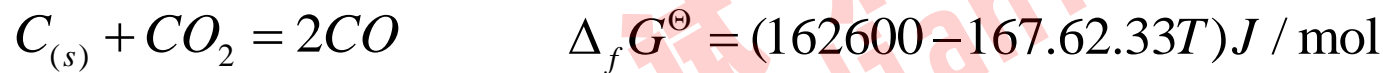
### 二、解析：





## 模拟试卷三解析

三、（25分）已知在460-1200K温度范围内，下列俩反应的 $\Delta G^\ominus$ 与T的关系如下：



问：将铁放在含有 $CO_2$ 20%、 $CO$ 75%、其余为氮气的混合气体中，在总压为202.65kPa，温度为900℃的条件下，有无生成 $Fe_3C$ 生成？若要生成 $Fe_3C$ ，总压需多少？





# 考点冲刺串讲

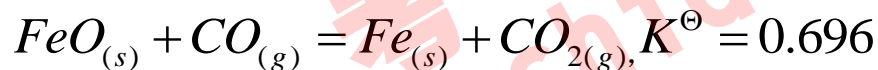
## 模拟试卷三解析

### 三、解析：

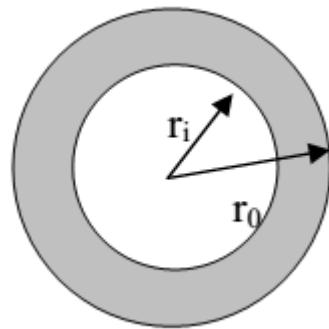
考试点  
www.kaoshidian.com

## 模拟试卷三解析

四、（30分）直径为1.2cm的FeO球团，在800°C、0.1MPa的CO气流内进行还原，还原产物是多孔结构铁。已知还原反应属于CO气体在产物层内扩散控速，球团密度 $4.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ， $M_{\text{FeO}} = 72 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ，产物层内CO有效扩散系数 $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ，还原反应：



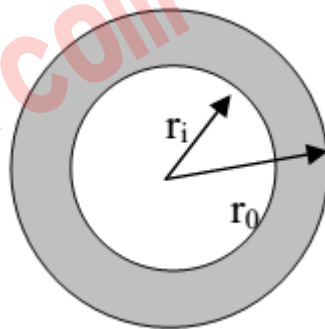
假设还原前后球团直径不变，求完全还原所需要的时间。



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

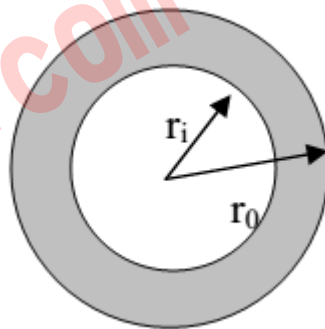
### 四、解析：



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

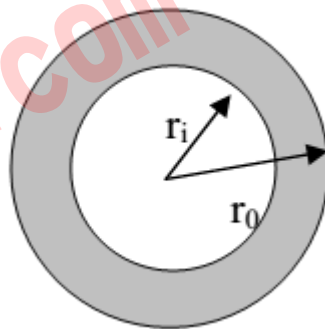
### 四、解析：



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷三解析

### 四、解析：





北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

冶金物理化学

考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

第14讲 第四套模拟试卷精讲（一）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

## 模拟试卷四

一、简要回答下列问题（第1-8小题每题7分，第9小题14分，共70分）

1. 试推导Van 'Hoff等压方程式。
2. 对于反应 $[C] + [O] = CO$ 和反应 $C + [O] = CO$ 的 $\Delta G^\theta$ 的大小。
3. 证明氧势图中 $\Delta G^\theta \sim T$ 斜率在某一温度时突然增大的情况。
4. 用热力学原理解释不锈钢吹氧脱碳的原理。
5. 试推导纯物质标准态活度系数和1%标准态活度系数之间的关系。

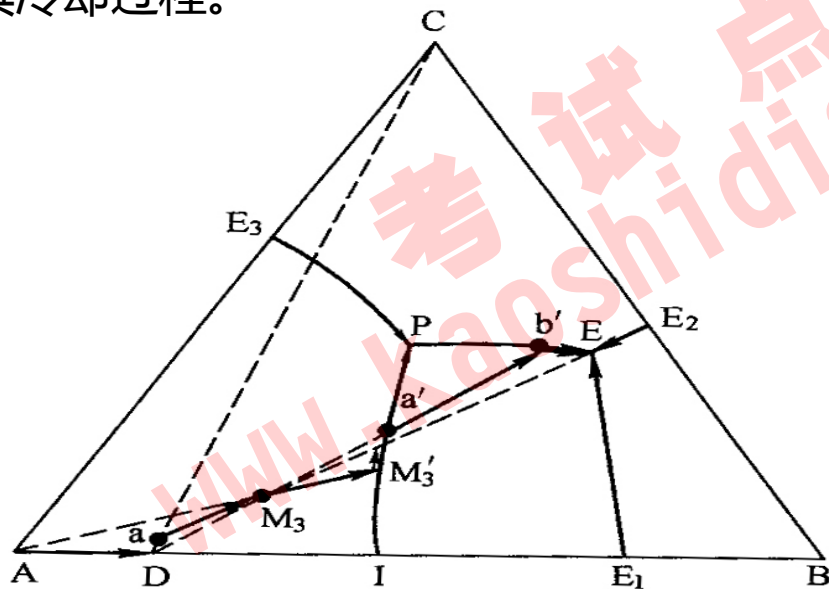
## 模拟试卷四

6. 简述光学碱度定义和计算方法。
7. 写出双膜理论的假设以及传质系数。
8. 在气相中氧分压低于 $0.1\text{Pa}$ 的条件下，试推导硫容量的表达式。
9. 推导在铁液深度为 $H$ 的耐火材料的器壁上，所有可能的活性气隙的孔径上能产生的最大气泡体积（刚要脱离活性气隙的哪一刻）是多少？



## 模拟试卷四

二、(25分) 对于如下三元系相图，成分为  $M_3$  点的液相，用相图的相关原理分析其冷却过程。



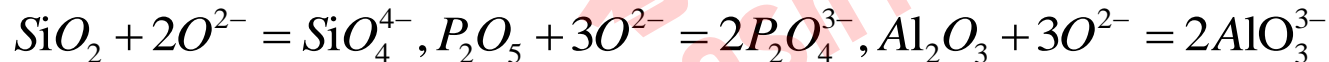
三、(25分) 已知炉渣的组成如下：

组元    CaO    SiO<sub>2</sub>    Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>    MnO    MgO    FeO    P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

W(i) 46.89% 10.22% 2.47% 3.34% 6.88% 29.00% 1.20%

(1) 按完全离子溶液模型计算1600℃时炉渣中(CaO)的活度。

假设 a. 强碱性炉渣中，各酸性氧化物与氧离子O<sup>2-</sup>结合成络合阴离子的反应分别为：



b. 设渣中正离子及O<sup>2-</sup>离子都是由碱性氧化物提供的。

(2) 按分子理论计算上述炉渣中(CaO)的活度。

假设 渣中存在的复杂氧化物为：2CaO·SiO<sub>2</sub>、4CaO·P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

简单氧化物为：CaO, MgO, MnO, FeO

## 模拟试卷四

四、（30分）渣钢界面积为 $15\text{m}^2$ ，钢液中Mn的扩散系数为 $1.0 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{s}$ ，钢液密度 $7100\text{kg}/\text{m}^3$ ，边界层厚度 $\delta=0.003\text{cm}$ 。已知该冶炼条件下渣/金界面处Mn平衡浓度可以忽略，且金属相内传质是Mn氧化的控制环节，求27吨电炉钢去除90%Mn所需要的时间。

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四试题分析

基础题：一、(4)、(6)(7)、(8)

中等题：一、(2)、(5)；二(相图题)；三(动力学计算题)

拔高题：一：(1)、(3)、(9)；四(热力学计算题)

其中：

一、(1) 难点：

一、(3) 难点：

一、(9) 难点

四、(热力学计算) 难点

方法：

多复习考研大纲中几年没有出现过的题型；

基本功要扎实，常考、必考题型务必掌握；

## 模拟试卷四解析

一、简要回答下列问题（第1-8小题每题7分，第9小题14分，共70分）

1. 试推导Van 'Hoff等压方程式。

解析：

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

2. 对于反应 $[C]+[O]=CO$ 和反应 $C+[O]=CO$ 的  $\Delta G^\theta$  的大小。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

3. 证明氧势图中 $\Delta G^\theta \sim T$ 斜率在某一温度时突然增大的情况。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

4. 用热力学原理解释不锈钢吹氧脱碳的原理。

解析：



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

5. 试推导纯物质标准态活度系数和1%标准态活度系数之间的关系。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

6. 简述光学碱度定义和计算方法。

解析：



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

7. 写出双膜理论的假设以及传质系数。

解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



北京科技大学

考试点  
kaoshidian.com

冶金物理化学

考研冲刺串讲及模拟四套卷精讲

第15讲 第四套模拟试卷精讲（二）

主讲：王磊

www.kaoshidian.com

# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

8. 在气相中氧分压低于 $0.1\text{Pa}$ 的条件下，试推导硫容量的表达式。

解析：

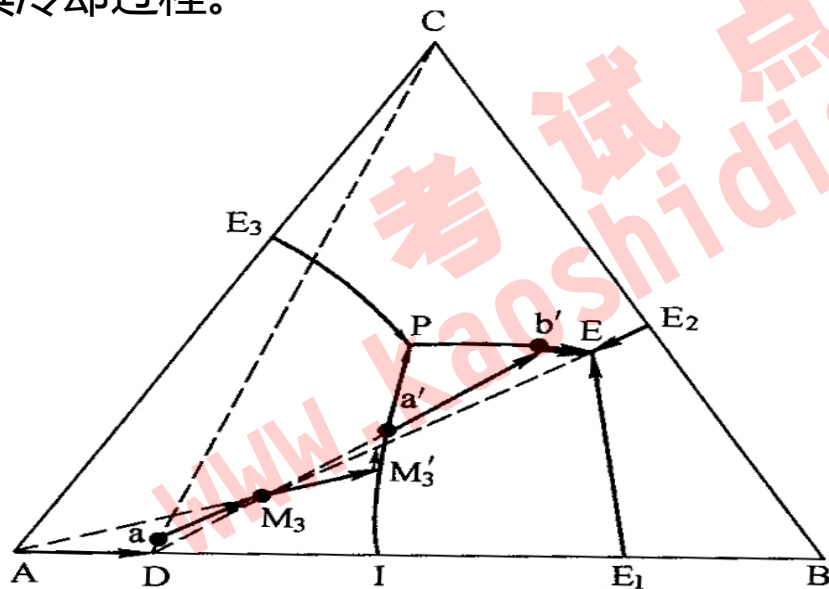
www.kaoshidian.com

## 模拟试卷四解析

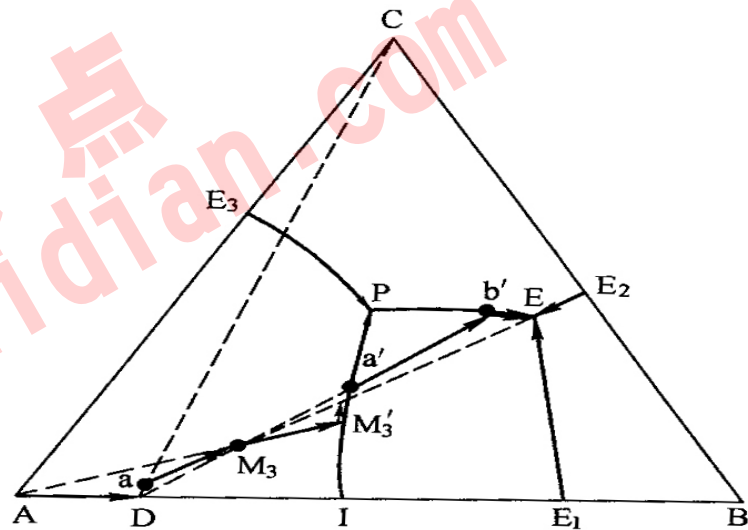
9. 推导在铁液深度为 $H$ 的耐火材料的器壁上，所有可能的活性气隙的孔径上能产生的最大气泡体积（刚要脱离活性气隙的哪一刻）是多少？

解析：

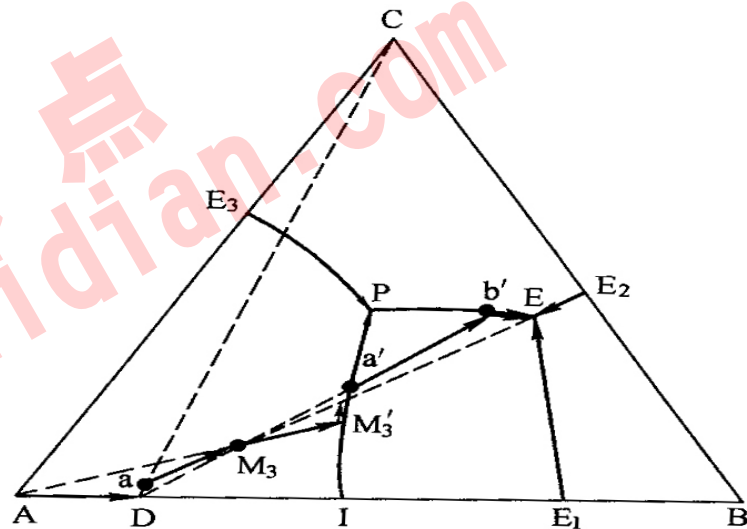
二、（25分）对于如下三元系相图，成分为 M3点的液相，用相图的相关原理分析其冷却过程。

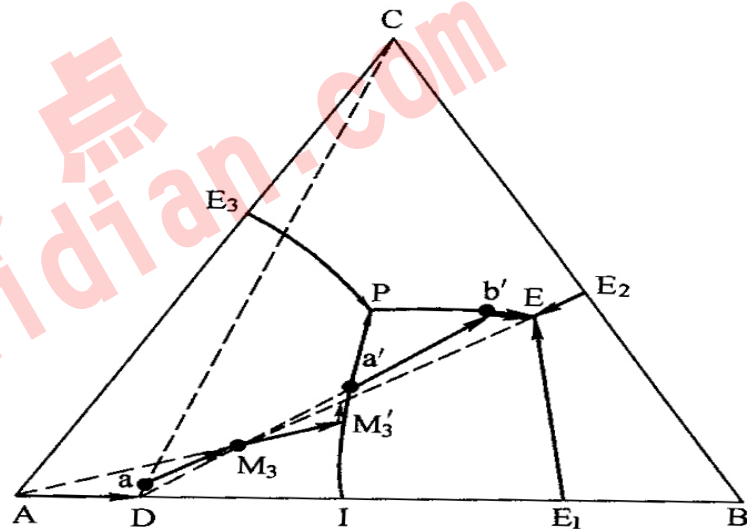


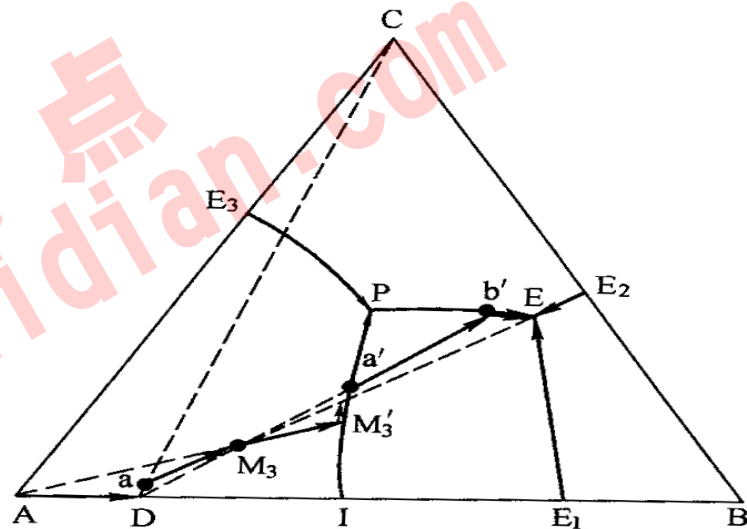
## 二、解析：











## 模拟试卷四解析

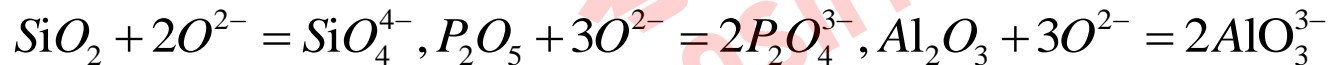
三、（25分）已知炉渣的组成如下：

组元    CaO    SiO<sub>2</sub>    Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>    MnO    MgO    FeO    P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

W(i) 46.89% 10.22% 2.47% 3.34% 6.88% 29.00% 1.20%

（1）按完全离子溶液模型计算1600℃时炉渣中（CaO）的活度。

假设 a.强碱性炉渣中，各酸性氧化物与氧离子O<sup>2-</sup>结合成络合阴离子的反应分别为：



b. 设渣中正离子及O<sup>2-</sup>离子都是由碱性氧化物提供的。

（2）按分子理论计算上述炉渣中（CaO）的活度。

假设 渣中存在的复杂氧化物为：2CaO·SiO<sub>2</sub>、4CaO·P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

简单氧化物为：CaO，MgO，MnO,FeO



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

### 三、解析：

考试点  
www.kaoshidian.com



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

### 三、解析：

考试点  
www.kaoshidian.com

## 模拟试卷四解析

四、（30分）渣钢界面积为 $15\text{m}^2$ ，钢液中Mn的扩散系数为 $1.0 \times 10^{-8} \text{m}^2/\text{s}$ ，钢液密度 $7100\text{kg}/\text{m}^3$ ，边界层厚度 $\delta=0.003\text{cm}$ 。已知该冶炼条件下渣/金界面处Mn平衡浓度可以忽略，且金属相内传质是Mn氧化的控制环节，求27吨电炉钢去除90%Mn所需要的时间。



# 考点冲刺串讲

## 模拟试卷四解析

### 四、解析：

考试点  
www.kaoshidian.com