

全国重点名校系列

新版

# 全国硕士研究生招生考试 考研专业课精品资料

【电子书】2024年安徽建筑大学

911物理化学考研精品资料【第2册，共2册】

策划：辅导资料编写组

真题汇编 直击考点  
考研笔记 突破难点  
核心题库 强化训练  
模拟试题 查漏补缺

高分子长学姐推荐



## 版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何疑问请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	3
2024 年安徽建筑大学 911 物理化学备考信息 .....	5
安徽建筑大学 911 物理化学考研初试参考书目 .....	5
安徽建筑大学 911 物理化学考研招生专业目录 .....	5
2024 年安徽建筑大学 911 物理化学考研核心笔记 .....	6
《物理化学》考研核心笔记 .....	6
第 1 章 气体的 pVT 关系 .....	6
考研提纲及考试要求 .....	6
考研核心笔记 .....	6
第 2 章 热力学第一定律 .....	14
考研提纲及考试要求 .....	14
考研核心笔记 .....	14
第 3 章 热力学第二定律 .....	25
考研提纲及考试要求 .....	25
考研核心笔记 .....	25
第 4 章 多组分系统热力学 .....	38
考研提纲及考试要求 .....	38
考研核心笔记 .....	38
第 5 章 化学平衡 .....	50
考研提纲及考试要求 .....	50
考研核心笔记 .....	50
第 6 章 相平衡 .....	56
考研提纲及考试要求 .....	56
考研核心笔记 .....	56
第 7 章 电化学 .....	65
考研提纲及考试要求 .....	65
考研核心笔记 .....	65
第 8 章 量子力学基础 .....	81
考研提纲及考试要求 .....	81
考研核心笔记 .....	81
第 9 章 统计热力学初步 .....	98
考研提纲及考试要求 .....	98
考研核心笔记 .....	98
第 10 章 界面化学 .....	114
考研提纲及考试要求 .....	114

考研核心笔记.....	114
第 11 章 化学动力学.....	129
考研提纲及考试要求.....	129
考研核心笔记.....	129
第 12 章 胶体化学.....	149
考研提纲及考试要求.....	149
考研核心笔记.....	149
<b>2024 年安徽建筑大学 911 物理化学考研辅导课件.....</b>	<b>167</b>
《物理化学》考研辅导课件.....	167
<b>2024 年安徽建筑大学 911 物理化学考研复习提纲.....</b>	<b>297</b>
《物理化学》考研复习提纲.....	297
<b>2024 年安徽建筑大学 911 物理化学考研题库[仿真+强化+冲刺].....</b>	<b>305</b>
安徽建筑大学 911 物理化学考研仿真五套模拟题.....	305
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（一）.....	305
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（二）.....	311
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（三）.....	316
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（四）.....	321
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（五）.....	326
安徽建筑大学 911 物理化学考研强化五套模拟题.....	331
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（一）.....	331
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（二）.....	336
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（三）.....	341
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（四）.....	346
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（五）.....	350
安徽建筑大学 911 物理化学考研冲刺五套模拟题.....	354
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）.....	354
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）.....	359
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）.....	363
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）.....	368
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）.....	373

## 2024 年安徽建筑大学 911 物理化学备考信息

### 安徽建筑大学 911 物理化学考研初试参考书目

《物理化学》（第五版），南京大学编；  
《物理化学》（第五版），天津大学编著。

### 安徽建筑大学 911 物理化学考研招生专业目录

材料与化学工程学院：化学（学术学位）/材料科学与工程（学术学位）/土木水利（专业学位）  
中国科学院合肥物质科学研究院：材料科学与工程（学术学位）

## 2024 年安徽建筑大学 911 物理化学考研核心笔记

## 《物理化学》考研核心笔记

## 第 1 章 气体的 pVT 关系

## 考研提纲及考试要求

考点：状态方程

考点：理想气体状态方程

考点：道尔顿（Dalton）分压定律

考点：阿马格（Amagat）分体积定律

考点：普遍化压缩因子图

## 考研核心笔记

## 【核心笔记】理想气体状态方程

## 1. 状态方程

状态方程：处于一定聚集态（气体、液体或固体）的物质都有一些可以直接测量的物理量，如  $p$ 、 $V$ 、 $T$  等，这些物理量之间存在一定的函数关系，用来描述物质状态各物理量之间的函数关系的数学表达式称物质的状态方程（也称物态方程）。

气体的状态方程可写为： $f(p, V, T, n)=0$

$p$ —压力

$V$ —体积

$T$ —热力学温度（绝对温度）

$n$ —气体的物质的量

## 2. 理想气体状态方程

(1) 波义尔定律（Boyle）

波义尔定律：在恒温条件下，一定量任何气体的体积与其压力成反比，即： $V \propto \frac{1}{p}$ ，或  $pV = \text{const.}$

(2) 盖-吕萨克定律（Gay-Lussac）

盖-吕萨克定律：在恒压条件下，一定量任何气体的体积均与其绝对温度成正比，即： $V \propto T$ ，或  $\frac{V}{T} = \text{const.}$

(3) 阿伏加德罗定律（A. Avogadro, 1811）

$$V/n = \text{const} \quad (T, p \text{ 一定})$$

(4) 理想气体状态方程

理想气体状态方程： $pV = nRT$

或： $pV_m = RT$ ， $V_m = \frac{V}{n}$ （摩尔体积）

$R$ —摩尔气体常数（或气体常数）。 $R=8.314\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

①理想气体的特点

a. 分子自身无体积

b. 分子间无相互作用力

精确实验证明，只有在压力趋近于零的极限情况下，各种气体才严格服从理想气体的状态方程。

②理想气体状态方程的推导

已知气体的状态方程可写为： $f(P, V, T, n) = 0$

化为： $V = f(P, T, n)$

$$\text{有： } dV = \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{T, n} dP + \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{P, n} dT + \left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_{P, T} dn$$

根据波义尔定律： $PV = \text{const.}$

$$\text{得： } \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_{T, n} = -\frac{C}{P^2} = -\frac{V}{P}$$

根据盖-吕萨克定律： $\frac{V}{T} = \text{const.}$ ，即  $\frac{V}{T} = C'$

$$\text{有： } \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{P, n} = C' = \frac{V}{T}$$

对于一定量气体 ( $dn=0$ )，有： $dV = -\frac{V}{P}dP + \frac{V}{T}dT$

$$\text{化为： } \frac{dV}{V} = -\frac{dP}{P} + \frac{dT}{T}$$

积分得： $\ln V + \ln P = \ln T + \text{const.}$ ，即  $PV = T \cdot \text{const.}$

若气体为 1mol，则常数写为 R，有  $PV_m = RT$

对于 nmol 气体，有  $PV = nRT$

### 【核心笔记】理想气体混合物

#### 1. 道尔顿 (Dalton) 分压定律

气体能以任意比例相互混合，而液体、固体一般不能。

道尔顿分压定律：“混合气体的总压力为各气体单独占有混合气体的体积时所产生的压力之和”。

表示为： $P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots = \sum P_i$

设各气体均为理想气体，则

$$P = \frac{n_1 RT}{V} + \frac{n_2 RT}{V} + \frac{n_3 RT}{V} + \dots = \frac{RT}{V} \sum n_i = \frac{nRT}{V}, \quad \frac{P_i}{P} = \frac{\frac{n_i RT}{V}}{\frac{nRT}{V}} = \frac{n_i}{n} = y_i$$

有  $P_i = y_i P$

注意：只有低压混合气体才近似符合道尔顿分压定律。

#### 2. 阿马格 (Amagat) 分体积定律

阿马格分体积定律：“混合气体的总体积等于各气体在同温同压下单独存在时的体积（分体积）之和”。

表示为： $V = \sum V_i$

设各气体均为理想气体，则

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(n_1 + n_2 + \dots)RT}{P} = \frac{n_1RT}{P} + \frac{n_2RT}{P} + \dots = V_1 + V_2 + \dots = \sum V_i \quad \frac{V_i}{V} = \frac{n_i}{n} = y_i, \text{ 有 } V_i = y_i V$$

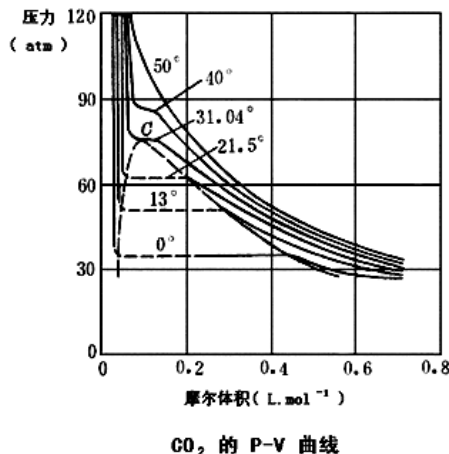
注意：只有低压混合气体才近似符合阿马格分体积定律。

**【核心笔记】真实气体的液化和临界参数**

理论上，在一定条件下任何物质的气态→液态。

**1. 气体的等温线**

在恒定温度下，测定不同压力 p 时对应的体积 V，所得 p~V 曲线称等温线。



(1) 理想气体的等温线

若气体是理想气体，则温度一定时有： $PV = \text{常数}$ ，等温线是一条光滑的曲线。

(2) 实际气体的等温线

对于实际气体，CO<sub>2</sub> 的等温线具有代表性

CO<sub>2</sub> 的等温线可分为三种类型： $t_c$  (31.04°C) — 临界温度（气体可以液化的最高温度）

①  $t > t_c$  (实线)

特征

- a. 同一温度，压力越高，偏离理想气体行为越大。
- b. 同一压力，温度越低，偏离理想气体行为越大。
- c. 无论压力升高多少，气体不能被液化。

②  $t < t_c$  (虚线)

特征

- a. 压力由小变大时，气体符合压缩时的一般规律。
- b. 当压力升至第一折点时，气体开始液化。这时  $P = \text{常数}$ ， $V \rightarrow \text{小}$ ，放热  $\rightarrow \text{多}$ 。达到第二折点时，气体液化完毕。
- c. 在第二折点处，压力升高，则水平曲线  $\rightarrow$  垂直曲线，表明液体难以压缩。

③  $t = t_c$  (虚线)

C 点是气液共存之点，两者之间无界面、不可分，其物理性质如密度、折射率等均相同。含 C 点的曲线（虚线）称饱和曲线。

**2. 临界状态**

(1) C 点为临界点，对应的温度、压力和体积称为临界参数

- ①  $t_c$  — 临界温度，气体可以液化的最高温度。
- ②  $P_c$  — 临界压力，临界温度下气体可以液化的最低压力。
- ③  $V_c$  — 临界体积



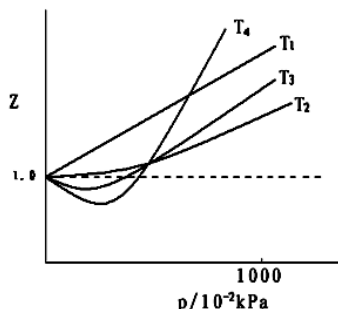
临界参数通常由实验测得，应用时可查阅有关图、表。临界点对应的状态称临界状态。

【核心笔记】真实气体状态方程

实验发现，在低温、高压时，真实气体的行为与理想气体定律的偏差很大。这是由于在低温、高压下，气体的密度增大，分子之间的距离缩小，分子之间的相互作用以及分子自身的体积就不能略去不计，不能把分子看作是自由运动的弹性质点，因此理想气体的分子运动模型需要予以修正。

1. 实际气体的行为

在压力较高或温度较低时，实际气体与理想气体的偏差较大。今定义“压缩因子(Z)”(compressibility factor)以衡量偏差的大小。



N<sub>2</sub>在不同温度下的Z-p曲线

$$Z = \frac{pV_m}{RT} = \frac{pV}{nRT}$$

理想气体的  $pV_m = RT, Z = 1$ 。对实际气体，若  $Z > 1$ ，则  $pV_m > RT$ ，表明在同温、同压下，实际气体的体积要大于按理想气体方程计算的结果。即实际气体的可压缩性比理想气体小。当  $Z < 1$  时，情况则相反。

氮气的 Z - P 曲线也示于下图。对于温度  $T_2$ ，在相当的温度范围内， $Z \approx 1$ ，随压力变化不大，并符合理想气体的状态方程，此时的温度称为 Boyle 温度  $T_B$ 。在图形上表现为在此温度时，等温线的坡度等于零，即

$$\left( \frac{\partial pV_m}{\partial p} \right)_{T, p \rightarrow 0} = 0$$

2. Vander waals 方程式

到目前为止，人们所提出的非理想气体的状态方程式至少有 200 种以上。大体上可分为两类，一类是考虑了物质的结构(例如分子的大小，分子间的作用力等)，在此基础上导出来的。其特点是物理意义比较明确，也具有一定的普遍性。但这些公式的一些参量仍常需要通过实验来确定，而且有一定的使用范围，因为经验证明，实际气体不可能在较大的温度和压力范围内都能用一个较简单的方程式来表示。另一类是经验的或半经验的状态方程式，这一类状态方程式为数众多。它一般只使用于特别的气体，并且只在指定的温度和压力范围内能给出较精确的结果。在工业上常常使用另一类方程式。

第一类中以 Van der waals(范德华)方程式最为有名(以下简称为范氏方程)，即

$$\left( p + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT$$

它是 1873 年 Van der waals 在前人研究的基础上提出来的。范氏方程之所以特别受关注，并不是因为它比其它方程式更为准确，而是他在修正理想气体状态方程时，在体积和压力项上分别提出了两个具有物理意义的修正因子 a 和 b，这两个因子揭示了真实气体与理想气体有差别的更根本原因。此外，根据范氏方程所导出的对比状态方程式，在一定程度上可以说明气体和液体互相转变的某些现象。在计算较高压力

2024 年安徽建筑大学 911 物理化学考研辅导课件

《物理化学》考研辅导课件

# 物理化学

Physical Chemistry

1

# 绪 论

Preface

2

### 一、什么是物理化学?

无机化学

有机化学

生物化学

**化学**

分析化学

物理化学

高分子化学

物理化学是化学学科的一个分支 3

温度变化

压力变化

体积变化

状态变化

热

电

光

磁

化学

物理

化学反应

原子、分子间的分离与组合

热学、电学、光学、磁学是物理学的重要分支 4

物理现象

化学现象

**物理化学**

用物理的理论和实验方法  
研究化学变化的本质与规律

5

### 二、物理化学要解决的问题

- ❖ 化学反应的方向与限度问题—热力学
- ❖ 化学反应进行的速率和机理问题—动力学
- ❖ 物质的性质与其结构之间的关系问题—物质结构

### 三、物理化学研究的方法

- ❖ 热力学方法
- ❖ 量子力学的方法
- ❖ 统计的方法

6

### 物理化学课程的内容

**热力学**

- 基本定律
  - 第一定律
  - 第二定律
- 多组分系统—溶液
- 相平衡
- 化学平衡
- 可逆电池
- 表面化学
- 胶体

统计热力学

**动力学**

- 宏观动力学
- 电极过程动力学
- 微观动力学


7

### 四、物理化学的建立与发展


十八世纪开始萌芽：  
从燃素说到能量守恒与转化定律。俄国科学家罗蒙诺索夫最早使用“物理化学”这一术语。

M В ЛОМОНОСОВ 8

十九世纪中叶形成：  
1887年俄国科学家W.Ostwald (1853~1932) 和荷兰科学家 J.H.van't Hoff (1852~1911) 合办了第一本“物理化学杂志”。



W. Ostwald  
(1853~1932)  
1887, J. of Physical Chemistry (in german)



J. H. van't Hoff  
(1852~1911)

二十世纪迅速发展：  
新测试手段和新的数据处理方法不断涌现，形成了许多新的分支学科，如：热化学，化学热力学，电化学，溶液化学，胶体化学，表面化学，化学动力学，催化作用，量子化学和结构化学等。


近代化学的发展趋势和特点：

- (1) 从宏观到微观
- (2) 从体相到表相
- (3) 从定性到定量
- (4) 从单一学科到交叉学科
- (5) 从研究平衡态到研究非平衡态

当今科学研究的四大方向：  
能源、材料、环境、生命

学科间相互渗透、相互结合，形成了许多极具生命力的边缘学科，  
化学分支的重新划分

生物化学  
合成化学  
测试化学  
物理化学



### 第一章 气体的 $pVT$ 性质

Chapter 1 the  $pVT$  relationships of gases

物质的聚集状态

气体  
液体  
固体

}

$V$  受  $T, p$  的影响很大  
 $V$  受  $T, p$  的影响较小

联系  $p, V, T$  之间关系的方程称为状态方程  
物理化学中主要讨论气体的状态方程

气体 { 理想气体  
实际气体

100°C、101325Pa下水蒸气的体积大致是水体积的1603倍

其中气体的流动性好，分子间距离大，是理论研究的首选对象。

### § 1.1 理想气体状态方程

The State Equation of Ideal Gas

#### 1. 理想气体状态方程

低压气体定律：

- (1) 玻义尔定律 (R. Boyle, 1662) :  
 $pV = \text{常数} \quad (n, T \text{ 一定})$
- (2) 盖·吕萨克定律 (J. Gay-Lussac, 1808):  
 $V/T = \text{常数} \quad (n, p \text{ 一定})$
- (3) 阿伏加德罗定律 (A. Avogadro, 1811)  
 $V/n = \text{常数} \quad (T, p \text{ 一定})$

以上三式结合  $\Rightarrow$  理想气体状态方程

$pV = nRT$

单位：  $p$ — Pa  
 $V$ —  $\text{m}^3$   
 $T$ — K  
 $n$ — mol  
 $R$ —  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$R$ — 摩尔气体常数 *mole gas constant*  
 $R = 8.314510 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $= 0.08206 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 $= 1.987 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

理想气体状态方程也可表示为：  
 $pV_m = RT$   
 $pV = (m/M)RT$

以此可相互计算  $p, V, T, n, m, M, \rho (= m/V)$

理想气体：在任何温度与压力下都能严格服从理想气体状态方程的气体。

❖ 过程方程

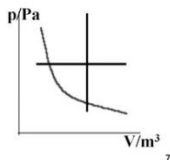
❖ 当理想气体经一过程从状态1变到状态2,

则  $\frac{p_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 T_2} = R$

当  $n$  一定时, 等  $T$  下:  $p_1 V_1 = p_2 V_2$

等  $V$  下:  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

等  $p$  下:  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$



2. 理想气体模型及定义

the model and definition of ideal gas

(1) 分子间力

吸引力 分子相距较远时, 有范德华力;  
排斥力 分子相距较近时, 电子云及核产生排斥作用。

$E_{\text{吸引}} \propto -1/r^6$   
 $E_{\text{排斥}} \propto 1/r^n$

Lennard-Jones理论:  $n = 12$

$E_{\text{总}} = E_{\text{吸引}} + E_{\text{排斥}} = -\frac{A}{r^6} + \frac{B}{r^{12}}$

式中:  $A$ —吸引常数;  $B$ —排斥常数

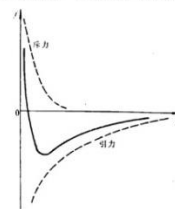


图 1-3 分子间力的示意图

(2) 理想气体模型

- a) 分子间无相互作用力
- b) 分子本身不占体积

理想气体定义:

服从  $pV = nRT$  的气体为理想气体

或服从理想气体模型的气体为理想气体

(低压气体)  $p \rightarrow 0 \approx$  理想气体

19

3. 摩尔气体常数  $R$

mole gas constant  $R$

$R$  是通过实验测定确定出来的

例: 测 300 K 时,  $N_2$ 、He、 $CH_4$   $pV_m - p$  关系, 作图

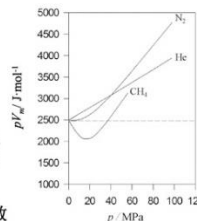
$p \rightarrow 0$  时:

$pV_m = 2494.35 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$

$R = pV_m/T = 8.3145 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

在压力趋于 0 的极限条件下, 各种气体的行为均服从  $pV_m = RT$  的定量关系。

$R$  是一个对各种气体都适用的常数



§ 1.2 理想气体混合物

Mixtures of ideal gas

1. 混合物的组成 components of mixtures

1) 摩尔分数  $x$  或  $y$

$x_B$  (或  $y_B$ )  $\stackrel{\text{def}}{=} n_B / \sum n_B$  (单位为 1)

显然  $\sum x_B = 1, \sum y_B = 1$

〔本书中 气体混合物的摩尔分数一般用  $y$  表示  
液体混合物的摩尔分数一般用  $x$  表示〕

2) 质量分数  $w_B$

$w_B \stackrel{\text{def}}{=} m_B / \sum m_B$  (单位为 1)

$\sum w_B = 1$

21

3) 体积分数  $\varphi_B$

$\varphi_B \stackrel{\text{def}}{=} V_B / V = x_B V_m^* / \sum x_B V_m^*$  (单位为 1)

$\sum \varphi_B = 1$

( $V_m^*$  为混合前纯物质的摩尔体积)

2. 理想气体方程对理想气体混合物的应用

因理想气体分子间没有相互作用, 分子本身又不占体积, 所以理想气体的  $pVT$  性质与气体的种类无关, 因而一种理想气体的部分分子被另一种理想气体分子置换, 形成的混合理想气体, 其  $pVT$  性质并不改变, 只是理想气体状态方程中的  $n$  此时为总的物质的量。

22

$pV = nRT = (\sum n_B)RT$

及  $pV = (m/M_{\text{mix}})RT$

式中:  $m$ —混合物的总质量

$M_{\text{mix}}$ —混合物的摩尔质量

$M_{\text{mix}} \stackrel{\text{def}}{=} \sum y_B M_B$

式中:  $M_B$ —组分 B 的摩尔质量

又  $\because m = \sum m_B = \sum n_B M_B = n \sum y_B M_B = n M_{\text{mix}}$

$\therefore M_{\text{mix}} = m/n = \sum m_B / \sum n_B$

即混合物的摩尔质量又等于混合物的总质量除以混合物的总的物质的量

23

3. 道尔顿定律 Dalton's Law

混合气体 (包括理想的和非理想的) 的分压定义:

$p_B = y_B p$

式中:  $p_B$ —B 气体的分压

$p$ —混合气体的总压

$\sum p_B = \sum y_B p$

$\therefore \sum y_B = 1$

$\therefore p = \sum p_B$

24

混合理想气体:

$$\because \sum_B p_B = (n_A + n_B + n_C + \dots) \frac{RT}{V} = \sum_B n_B \frac{RT}{V}$$

$$\therefore p_B = n_B \frac{RT}{V}$$

即理想混合气体的总压等于各组分单独存在于混合气体的  $T$ 、 $V$  时产生的压力总和

——道尔顿分压定律

25

4. 阿马加定律 Amagat's Law

理想气体混合物的总体积  $V$  为各组分分体积  $V_B^*$  之和:

$$V = \sum V_B^*$$

$$\therefore V = \frac{nRT}{p} = \frac{\sum_B n_B RT}{p} = \sum_B \frac{n_B RT}{p} = \sum_B V_B^*$$

$$\therefore V_B^* = \frac{n_B RT}{p}$$

即: 理想气体混合物中物质 B 的分体积  $V_B^*$ , 等于纯气体 B 在混合物的温度及总压条件下所占有的体积。

26

阿马加定律表明理想气体混合物的体积具有加和性, 在相同温度、压力下, 混合后的总体积等于混合前各组分的体积之和。

由二定律有:

$$\frac{p_B}{p} = \frac{V_B}{V} = \frac{n_B}{n} = y_B$$

27

例 1-5 在两个由细管连接的容器中, 分别放有氧气和氮气, 其温度、压力和体积如图所示。现将连通细管上的阀门打开, 试求出两种气体混合后各自的分压及混合气体的总压。混合过程温度保持不变。

解:  $p_1 = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow p_2 = \frac{V_1}{V_2} p_1$

$p_2(O_2) = \frac{V_1(O_2)p_1(O_2)}{V_2}$

$= \frac{1.00m^3 \times 100kPa}{3.00m^3 + 1.00m^3}$

$= 25.0kPa$

$p_2(N_2) = 225kPa \quad p = p_2(O_2) + p_2(N_2) = 250kPa$

28

上次课主要内容

1. 绪论

2. 理想气体

$$pV = nRT$$

3. 理想气体混合物

道尔顿定律

$$p = \sum_B p_B = \sum_B n_B \frac{RT}{V}$$

阿马加定律

$$V = \sum_B V_B = \sum_B \frac{n_B RT}{p}$$

$$\frac{p_B}{p} = \frac{V_B}{V} = \frac{n_B}{n} = y_B$$

29

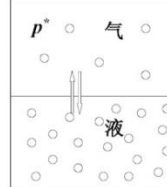
§ 1.3 气体的液化及临界参数

Gases liquidation and Critical parameters

1. 液体的饱和蒸气压 the Saturated Vapour Pressure

理想气体不液化 (因分子间没有相互作用力)

实际气体: 在一定  $T$ 、 $p$  时, 气-液可共存达到平衡



气液平衡时:

气体称为饱和蒸气;

液体称为饱和液体;

压力称为饱和蒸气压。

30

饱和蒸气压是温度的函数

表 1.3.1 水、乙醇和苯在不同温度下的饱和蒸气压

水		乙醇		苯	
$t / C$	$p^*/kPa$	$t / C$	$p^*/kPa$	$t / C$	$p^*/kPa$
20	2.338	20	5.671	20	9.9712
40	7.376	40	17.395	40	24.411
60	19.916	60	46.008	60	51.993
80	47.343	78.4	101.325	80.1	101.325
100	101.325	100	222.48	100	181.44
120	198.54	120	422.35	120	308.11

饱和蒸气压 = 外压时的温度称为沸点

饱和蒸气压 = 1 个大气压时的温度称为正常沸点

31

$T$  一定时:

如  $p_B < p_B^*$ , B 液体蒸发为气体至  $p_B = p_B^*$

$p_B > p_B^*$ , B 气体凝结为液体至  $p_B = p_B^*$

(此规律不受其它气体存在的影响)

相对湿度的概念: 相对湿度 =  $\frac{\text{空气中 } p_{H_2O} \times 100\%}{p_{H_2O}^*}$

32

## 2024 年安徽建筑大学 911 物理化学考研复习提纲

## 《物理化学》考研复习提纲

## 物理化学

课程名称：物理化学

课程类型：基础/必修

总学时数：80（理论学时：80 实验或实践学时：0）

学 分：5.0

先修课程：高等数学、普通物理、无机及分析化学、有机化学

## 一、课程的性质、目的和任务

物理化学研究化学变化、相变化及其有关的物理变化的基本原理，主要是平衡的规律和变化速率的规律。物理化学课程是化学工程与工艺、材料科学与工程、制药工程等专业的一门必修的专业基础课，它是培养上述专业工程技术人才的整体知识结构及能力结构的重要组成部分，同时也是后继专业课程的基础。

1、通过本课程的学习，学生应比较牢固地掌握物理化学基础理论知识，使学生明确物理化学的重要概念及基本原理，同时掌握物理化学的基本计算方法。

2、通过本课程的学习，学生应比较牢固地掌握物理化学的理论研究方法，特别是要掌握热力学方法，初步了解统计热力学方法。

3、通过本课程的学习，学生应进一步得到一般科学方法的训练，增强分析和解决物理化学问题的能力。科学方法的训练应贯彻在本课程教学的整个过程中，特别是要通过热力学和动力学学习，使学生进一步掌握从实验结果出发进行归纳和演绎的一般方法，熟悉由假设和模型上升为理论的方法，并具备根据具体条件应用理论解决实际问题的科学方法。

## 二、教学内容、教学基本要求及教学重点与难点

1. 气体的  $pVT$  性质

掌握理想气体状态方程及模型，掌握 Dalton 定律与 Amagat 定律，理解真实气体的液化与临界性质，掌握理想气体模型及其理论解释，理解对应状态原理与压缩因子图及有关计算

主要内容：

- 1.1 理想气体状态方程
- 1.2 理想气体混合物
- 1.3 气体的液化与临界参数
- 1.4 真实气体状态方程
- 1.5 对应状态原理与普遍化压缩因子图

重点：

1. 理想气体状态方程及模型
2. Dalton 定律与 Amagat 定律
3. 真实气体的液化与临界性质

难点：

1. 真实气体的液化与临界性质
2. 对应状态原理与压缩因子图及有关计算

## 2. 热力学第一定律

理解下列热力学基本概念：平衡状态，状态函数，可逆过程等概念，掌握热力学第一定律的叙述及数学表达式。理解热力学能、焓、化学计量数、反应进度、标准摩尔反应焓、标准摩尔生成焓、热容、相变焓的定义并会应用。掌握在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化，相变化及化学变化过程中计算热、功和热力学能、焓变化值的原理和方法。将热力学一般关系式应用于特定系统时，会应用状态方程（主要是理想气体状态方程）及热力学数据（热容、相变焓等）。

主要内容：

- 2.1 热力学基本概念
- 2.2 热力学第一定律
- 2.3 恒容热、恒压热，焓
- 2.4 热容，恒容变温过程，恒压变温过程
- 2.5 焦耳实验，理想气体的热力学能，焓
- 2.6 气体可逆膨胀压缩过程，理想气体绝热可逆过程方程式
- 2.7 相变化过程
- 2.8 化学计量数、反应进度和标准摩尔反应焓
- 2.9 计算标准摩尔反应焓
- 2.10 节流膨胀与焦耳-汤姆逊效应

重点：

1. 下列热力学基本概念：平衡状态，状态函数，可逆过程
2. 热力学第一定律的叙述及数学表达式
3. 热力学能、焓、标准摩尔生成焓、相变焓的定义及应用。
4. 掌握在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化，相变化及化学变化过程中计算热、功和热力学能、焓变化值的方法。

难点：

1. 热力学能、焓、标准生成焓、相变焓的定义及其应用
2. 在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化，相变化及化学变化过程中计算热、功和热力学能、焓变化值的方法。
3. 热力学第二定律

掌握热力学第二、第三定律的叙述及数学表达式。理解熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数、标准熵及标准生成吉布斯函数、饱和蒸汽压的定义并会应用。掌握在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化，相变化及化学变化过程中计算熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数变化值的原理和方法，理解并会用热力学基本方程，了解麦克斯韦关系式的推导，掌握热力学公式的适用条件，掌握克拉贝龙方程，理解熵增原理及平衡判据的一般准则。

主要内容：

- 3.1 卡诺循环与卡诺定理
- 3.2 热力学第二定律
- 3.3 熵、熵增原理
- 3.4 单纯  $pVT$  变化熵变的计算
- 3.5 相变过程熵变的计算
- 3.6 热力学第三定律和化学变化过程熵变的计算
- 3.7 亥姆霍兹函数和吉布斯函数
- 3.8 热力学基本方程

## 3.9 吉布斯-亥姆霍兹方程和麦克斯韦关系式

## 3.10 克拉佩龙方程

重点:

1. 热力学第二定律的叙述及数学表达式

2. 熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数、标准熵及标准生成吉布斯函数的定义并会应用。

3. 在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化, 相变化及化学变化过程中计算熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数变化值的原理和方法

4. 明确热力学公式的适用条件, 掌握熵增原理及平衡判据的一般准则。

6. 克拉佩龙方程和克拉佩龙-克劳修斯方程, 能应用这些方程进行有关的计算

难点:

1. 熵、吉布斯函数、亥姆霍兹函数、标准熵及标准生成吉布斯函数的定义并会应用

2. 在物质的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  变化, 相变化及化学变化过程中计算各种状态函数变化值的原理和方法

## 4. 多组分系统热力学

理解偏摩尔量及化学势的概念, 理解拉乌尔定律及亨利定律并会应用。理解理想液态混合物、理想稀溶液, 了解活度和活度因子、逸度和逸度因子的概念。了解理想液态混合物及理想稀溶液中各组分化学势的表达式。掌握稀溶液的依数性, 能够应用稀溶液依数性公式进行有关计算。

主要内容:

4.1 偏摩尔量

4.2 化学势

4.3 气体组分的化学势

4.4 拉乌尔定律和亨利定律

4.5 理想液态混合物

4.6 理想稀溶液

4.7 稀溶液的依数性

4.8 逸度与逸度因子

4.9 活度与活度因子

重点:

1. 偏摩尔量及化学势的概念

2. 拉乌尔定律及亨利定律并会应用

3. 理想系统(理想液态混合物及理想稀溶液)中各组分化学势的表达式

4. 稀溶液的依数性

难点:

1. 偏摩尔量及化学势的概念

2. 活度与逸度的有关计算

## 5. 化学平衡

掌握标准常数的定义。掌握标准平衡常数和温度的关系, 理解化学反应等温方程的推导并会应用。能利用热力学数据计算平衡常数及平衡组成。能判断一定条件下化学反应可能进行的方向。会分析温度、压力、组成等因素对平衡的影响。

主要内容:



- 5.1 化学反应的等温方程
- 5.2 理想气体化学反应的标准平衡常数
- 5.3 温度对标准平衡常数的影响
- 5.4 其他因素对理想气体化学平衡的影响
- 5.5 同时反应平衡组成的计算

重点:

1. 标准常数的定义
2. 化学反应等温方程
3. 利用热力学数据计算平衡常数及平衡组成
4. 判断一定条件下化学反应可能进行的方向
5. 温度、压力、组成等因素对平衡的影响

难点:

1. 利用热力学数据计算平衡常数及平衡组成
2. 同时平衡及其有关计算

## 6. 相平衡

理解相律的意义并会应用,了解相律的推导,掌握单组分系统及二组分系统典型相图的特点和运用,能用杠杆规则进行分析与计算,了解由实验数据绘制相图的方法。

主要内容:

- 6.1 相律
- 6.2 杠杆规则
- 6.3 单组分系统的相图
- 6.4 二组分理想液态混合物的气-液平衡相图
- 6.5 二组分真实液态混合物的气-液平衡相图
- 6.6 精馏原理
- 6.7 二组分液态部分互溶系统及完全不互溶系统的气-液平衡相图
- 6.8 二组分固态不互溶系统液-固平衡相图
- 6.9 二组分固态互溶系统液-固平衡相图
- 6.10 生成化合物的二组分凝聚平衡相图

重点:

1. 相律的意义并会应用
2. 单组分系统及二组分系统典型相图的特点和运用。
3. 运用杠杆规则进行分析与计算的方法
4. 由实验数据绘制相图的方法

难点:

1. 相律的意义及其应用
2. 二组分系统典型相图的特点和运用

## 7. 电化学

理解表征电解质溶液导电性质的物理量(电导率、摩尔电导率、离子迁移数),理解离子平均活度及平均活度因子的定义,理解离子强度的定义,理解离子氛的概念及德拜-许克尔极限公式,理解可逆电池的概念,掌握能斯特方程,掌握电池电动势的计算及其应用,理解极化作用和超电势的概念。

2024 年安徽建筑大学 911 物理化学考研题库[仿真+强化+冲刺]

安徽建筑大学 911 物理化学考研仿真五套模拟题

2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（一）

一、选择题

1. 已知水在正常冰点时的摩尔熔化热  $\Delta_{\text{fus}}H_m = 6\,025 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，某水溶液的凝固点为 258.15K，该溶液的浓度  $x_B$  为\_\_\_\_\_。

- A. 0.8571
- B. 0.1429
- C. 0.9353
- D. 0.0647

【答案】B

2. 设双原子分子 AB 的振动为简谐振动，以振动基态为能量零点。在某温度 T 时，振动配分函数的值为 1.02，则分子占据振动基态的概率为\_\_\_\_\_。

- A. 1.02
- B. 0
- C. 1
- D. 1/1.02

【答案】D

3. 下列各电解质对某溶胶的聚沉值分别为：

电解质	KNO <sub>3</sub>	KAc	MgSO <sub>4</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
聚沉值/mol·dm <sup>-3</sup>	50	110	0.81	0.095

该胶粒的带电情况为\_\_\_\_\_。

- A. 带负电
- B. 带正电
- C. 不带电
- D. 不能确定

【答案】A

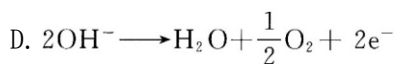
4. 使真实气体液化的必要条件是\_\_\_\_\_。

- A. 压力大于  $p_c$
- B. 温度低于  $T_c$
- C. 体积等于  $V_c$
- D. 同时升高温度和压力

【答案】B

5. 用铜电极电解 0.1mol·kg<sup>-1</sup> 的 CuCl<sub>2</sub> 水溶液，阳极上的反应为\_\_\_\_\_

- A.  $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- B.  $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
- C.  $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^+ + \text{e}^-$



【答案】B

6. T=300K 时, 如果分子 A 和 B 要经过 1000 万次碰撞才能发生一次反应, 这个反应的临界能将是

- A.  $170\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- B.  $10.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- C.  $40.2\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- D.  $-15.7\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

【答案】C

7. 下列氯化物中, 氯的活泼性最差的是\_\_\_\_\_。

- A.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
- B.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
- C.  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$
- D.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$

【答案】A

8. 题:298K, 如下两个电池的反应都可写成  $\text{Cu}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{a}_2) \rightleftharpoons 2\text{Cu}^+(\text{a}_1)$ 。



则两个电池的  $E^\ominus$  和  $\Delta_r G_m^\ominus$  之间的关系为\_\_\_\_\_。

- A.  $\Delta_r G_m^\ominus$  和  $E^\ominus$  都相同
- B.  $\Delta_r G_m^\ominus$  相同,  $E^\ominus$  不同
- C.  $\Delta_r G_m^\ominus$  和  $E^\ominus$  都不同
- D.  $\Delta_r G_m^\ominus$  不同,  $E^\ominus$  相同

【答案】B

## 二、问答题

9. 怎样理解  $p_x$ 、 $p_y$ 、 $p_z$  和  $p_{+1}$ 、 $p_{-1}$ 、 $p_0$  之间的关系? 分别与  $p_x$ 、 $p_y$  和  $p_z$  相应的量子数  $m$  为 +1、-1 和 0, 这样说对吗? 为什么?

【答案】 $n_{p_{+1}}$ 、 $n_{p_{-1}}$  和  $n_{p_0}$  分别表示  $\psi_{n11}$ 、 $\psi_{n1-1}$  和  $\psi_{n10}$ , 是一套含有复数的单电子波函数, 称为复函数型原子轨道。 $p_x$ 、 $p_y$ 、 $p_z$  是实函数型原子轨道, 与  $p_{+1}$ 、 $p_{-1}$ 、 $p_0$  相关, 但不是一一对应关系。“分别与  $p_x$ 、 $p_y$  和  $p_z$  相应的量子数  $m$  为 +1、-1 和 0” 的说法是不正确的。因为两类 P 轨道之间满足的关系为:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(p_{+1} + p_{-1}) = p_x$$

$$\frac{1}{i\sqrt{2}}(p_{+1} - p_{-1}) = p_y$$

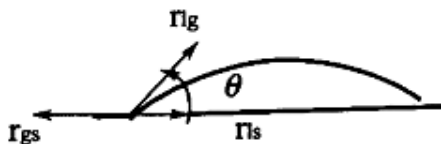
$$p_0 = p_z$$

10.  $\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K^\ominus$ , 此等式两边是否指同一状态?

【答案】等式左边表示某反应在温度 T 的标准态下按计量方程进行单位反应时, 体系的吉布斯函数变; 等式的右边是指该反应在相同温度、一定的压力下的平衡态。二者的数值虽然相等, 但不是同一状态。

11. 写出表面现象中的任意三个方程或公式的名称及其数学表达式。

【答案】液-固界面如下图所示,



图

杨氏方程  $\sigma_{s-g} = \sigma_{s-l} + \sigma_{g-l} \cos\theta$ ; 拉普拉斯方程  $\Delta p = \frac{2\sigma}{r}$ ;

开尔文方程  $RT \ln \frac{p_r}{p} = \frac{2\sigma M}{r\rho}$ ; 弗罗因德利希方程  $\Gamma = \frac{x}{m} = k p^n$ ;

朗缪尔吸附等温式  $\theta = \frac{bp}{1+bp}$ ; 吉布斯吸附等温式  $\Gamma = -\frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc}$ 。

12. 什么是相律?它是解决什么问题的?

【答案】相律实际上是一个数学关系式。它反映了多组分多相平衡体系的组分数、相数和独立可变的 thermodynamic 变量数，即自由度数之间的定量关系。这里的热力学变量一般是指体系的温度、压力、各相中各组分的浓度。相律有两种常见的形式： $f = C - \Phi + 2$  和  $f = C - \Phi + 1$ 。“+2”是指除浓度外只考虑温度、压力而不考虑磁场、电场等其他因素对平衡体系的影响。“+1”是指除浓度外只考虑温度对平衡体系的影响，或只考虑压力对平衡体系的影响。若只考虑温度影响，则平衡体系一般是凝聚体系，或者是定压下有气相参与的多相平衡体系。

相律只能计算自由度而不能确定哪些变量是独立可变的，所以相律可以解决以下四方面的问题：

- (1) 计算一个多组分平衡体系的最大自由度，即令  $\Phi = 1$  时的  $f$  值；
- (2) 计算一个多组分多相平衡体系可以平衡共存的最多相数，即令  $f=0$  时的  $\Phi$  值；
- (3) 计算确定一个多相平衡体系的状态所必须指定的热力学变量数，即计算自由度；
- (4) 根据相律检查实验测绘的相图是否正确，或者预示多相平衡体系在特殊情况下可能发生的变化。

13. 某理想气体从同一始态 A 出发经三种不同途径到达不同终态： $A \xrightarrow{\text{等温可逆}} B$ ,

$A \xrightarrow{\text{绝热可逆}} C$ ,  $A \xrightarrow{\text{绝热不可逆}} D$ , (1) 若终态体积相同，问点 D 位于 BC 线上什么位置?(2) 若终态压力相同，问 D 点位于 BC 线上什么位置?为什么?

【答案】(1) 当终态体积相同，都为  $V_2$  时，点在点 S、C 之间(图 1)，其具体位置因具体绝热不可逆过程的不同而不同。因为等温可逆过程温度不变，绝热膨胀过程体系温度下降，又因为在绝热可逆过程中体系对外所做的功大于在绝热不可逆过程中体系所做的功，再根据绝热 a 程功的计算式  $W = nC_{V,m}(T_2 - T_1)$  可知：绝热可逆过程终态温度  $T_C$  低于绝热不可逆过程终态温度  $T_D$ ，而  $T_D < T_B = T_1$ ，因此点 D 在点 B、C 之间 ( $V_2$  相同时， $P = nRT/V$ ，终态温度越高，压强越大，即  $P_C < P_D < P_B$ )。

(2) 当终态压力相同时，点 D 也在点 B、C 之间(图 2)，其具体位置因具体过程不同而不同。根据前面分析可知  $T_C < T_D < T_B$ ，又  $V = nRT/p_2$ ，终态压力相同时，温度越高，体积越大，所以终态体积关系是  $V_C < V_D < V_B$ ，即点 D 在点 B、C 之间。

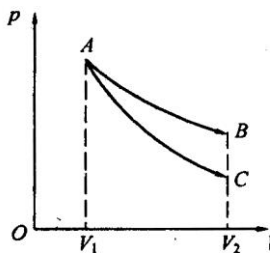


图 1

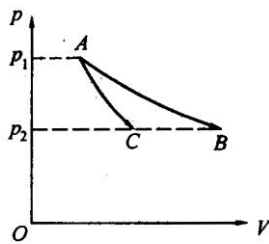
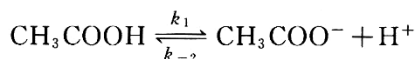


图 2

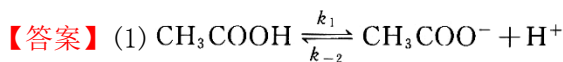
### 三、计算题

#### 14. 醋酸的解离反应为 1-2 级对峙反应



(1) 试导出反应的弛豫时间  $\tau$  与  $k_1$ 、 $k_{-2}$  之间的关系;

(2) 若醋酸浓度为  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ,  $k_1 = 7.8 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$ ,  $k_{-2} = 4.5 \times 10^{10} (\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3})^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ , 试求弛豫时间。



$$\begin{array}{cccc} t=0 & a & 0 & 0 \\ t=t & a-x & x & x \\ \frac{dx}{dt} & = k_1(a-x) - k_{-2}x^2 & & \end{array}$$

平衡时,  $\frac{dx}{dt} = 0$ 。设平衡时产物浓度为  $x_e$ , 则

$$k_1(a - x_e) = k_{-2}x_e^2$$

快速微扰平衡, 使反应偏离平衡  $\Delta x$ 。

$$\Delta x = x - x_e$$

$$\frac{d(\Delta x)}{dt} = \frac{dx}{dt} = k_1(a - x_e - \Delta x) - k_{-2}(x_e + \Delta x)^2$$

因  $\Delta x$  很小,  $\Delta x^2$  可忽略, 则

$$\frac{d(\Delta x)}{dt} = -(k_1 + 2k_{-2}x_e)\Delta x$$

移项定积分得

$$\ln \frac{\Delta x_0}{\Delta x} = (k_1 + 2k_{-2}x_e)t$$

定义弛豫时间为  $\frac{\Delta x_0}{\Delta x} = e$  时所需时间, 则

$$\tau = \frac{1}{k_1 + 2k_{-2}x_e}$$

$$(2) K = \frac{k_1}{k_{-2}} = \frac{7.8 \times 10^5 \text{ s}^{-1}}{4.5 \times 10^{10} (\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3})^{-1}\cdot\text{s}^{-1}} = 1.73 \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

$$K = \frac{k_1}{k_{-2}} = \frac{x_e^2}{a - x_e} = \frac{x_e^2}{0.1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} - x_e}$$

解得  $x_e = 1.31 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。

$$\tau = \frac{1}{k_1 + 2k_{-2}x_e} = \frac{1}{7.8 \times 10^5 \text{ s}^{-1} + (2 \times 4.5 \times 10^{10} \times 1.31 \times 10^{-3}) \text{ s}^{-1}}$$

以上为本书摘选部分页面仅供预览，如需购买全文请联系卖家。

全国统一零售价： **¥ 184.00元**

卖家联系方式： 客服电话： 17165966596（同微信）

微信扫码加卖家好友：

### 微信客服

购买资料 | 咨询问题 | 加我好友



长按二维码加官方微信客服  
实时客服在线一对一回复

### 考研内部群

笔记文档 | 资源更新 | 免费加入



长按二维码加入考研云内部群  
群内每天发笔记及重点更新目录