

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年中原工学院

810物理化学考研精品资料

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



【初试】2024 年中原工学院 810 物理化学考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清 PDF 电子版支持打印，考研首选资料。

一、重点名校考研真题汇编

1. 附赠重点名校：物理化学 2016–2022 年考研真题汇编（暂无答案）

说明：本科目没有收集到历年考研真题，赠送重点名校考研真题汇编，因不同院校真题相似性极高，甚至部分考题完全相同，建议考生备考过程中认真研究其他院校的考研真题。

二、2024 年中原工学院 810 物理化学考研资料

2. 《物理化学》考研相关资料

（1）《物理化学》[笔记+提纲]

①中原工学院 809 工业设计之《物理化学》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段首选资料。

②中原工学院 809 工业设计之《物理化学》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

（2）《物理化学》考研核心题库（含答案）

①中原工学院 810 物理化学考研核心题库之问答题精编。

②中原工学院 810 物理化学考研核心题库之计算题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习首选资料。

（3）《物理化学》考研模拟题[仿真+强化+冲刺]

①2024 年中原工学院 810 物理化学考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2024 年中原工学院 810 物理化学考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习首选。

③2024 年中原工学院 810 物理化学考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺首选资料。

三、电子版资料全国统一零售价

3. 本套考研资料包含以上一、二部分（高清 PDF 电子版，不含教材），全国统一零售价：[¥]

特别说明：

①本套资料由本机构编写组按照考试大纲、真题、指定参考书等公开信息整理收集编写，仅供考研复习参考，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权、请联系我们将立即处理。

②资料中若有真题及课件为免费赠送，仅供参考，版权归属学校及制作老师，在此对版权所有者表示感谢，如有异议及不妥，请联系我们，我们将无条件立即处理！

四、2024 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）

4. 中原工学院 810 物理化学考研初试参考书

《物理化学》第 4 版，任素贞主编，上海科学技术出版社

五、本套考研资料适用学院和专业

材料与化工学院：材料物理与化学/材料学/材料加工工程/材料与化工

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异议请直接联系我们，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.....	4
2024 年中原工学院 810 物理化学备考信息.....	9
中原工学院 810 物理化学考研初试参考书目	9
中原工学院 810 物理化学考研招生适用院系	9
2024 年中原工学院 810 物理化学考研核心笔记.....	10
《物理化学》考研核心笔记.....	10
第 1 章 热力学第一定律.....	10
考研提纲及考试要求.....	10
考研核心笔记.....	10
第 2 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 3 章 化学平衡.....	49
考研提纲及考试要求.....	49
考研核心笔记.....	49
第 4 章 混合物和溶液.....	61
考研提纲及考试要求.....	61
考研核心笔记.....	61
第 5 章 相平衡.....	77
考研提纲及考试要求.....	77
考研核心笔记.....	77
第 6 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 7 章 化学动力学基础.....	115
考研提纲及考试要求.....	115
考研核心笔记.....	115
第 8 章 电化学.....	128
考研提纲及考试要求.....	128
考研核心笔记.....	128
第 9 章 界面现象与分散系统.....	156
考研提纲及考试要求.....	156
考研核心笔记.....	156
2024 年中原工学院 810 物理化学考研复习提纲.....	190

《物理化学》考研复习提纲	190
2024 年中原工学院 810 物理化学考研核心题库.....	193
《物理化学》考研核心题库之问答题精编	193
《物理化学》考研核心题库之计算题精编	222
2024 年中原工学院 810 物理化学考研题库[仿真+强化+冲刺].....	274
中原工学院 810 物理化学考研仿真五套模拟题	274
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（一）	274
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（二）	280
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（三）	285
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（四）	291
2024 年物理化学五套仿真模拟题及详细答案解析（五）	296
中原工学院 810 物理化学考研强化五套模拟题	302
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（一）	302
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（二）	309
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（三）	315
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（四）	320
2024 年物理化学五套强化模拟题及详细答案解析（五）	328
中原工学院 810 物理化学考研冲刺五套模拟题	334
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）	334
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）	340
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）	347
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）	353
2024 年物理化学五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）	358
附赠重点名校：物理化学 2016-2022 年考研真题汇编（暂无答案）	364
第一篇、2022 年物理化学考研真题汇编	364
2022 年湖南师范大学 728 物理化学考研专业课真题	364
2022 年武汉工程大学 801 物理化学考研专业课真题	368
2022 年西南科技大学 807 物理化学考研专业课真题	371
2022 年西南科技大学 808 物理化学考研专业课真题	376
2022 年北京化工大学物理化学考研专业课真题	381
2022 年汕头大学 821 物理化学考研专业课真题	386
2022 年扬州大学 825 物理化学（理）考研专业课真题	392
2022 年扬州大学 826 物理化学（工）考研专业课真题	396
2022 年南京师范大学 838 物理化学（理）考研专业课真题	400
2022 年河北工程大学 813 物理化学考研专业课真题	404
2022 年湖南师范大学 728 物理化学考研专业课真题	406
2022 年武汉工程大学 801 物理化学考研专业课真题	410
第二篇、2021 年物理化学考研真题汇编	413

2021 年河北科技大学 714 物理化学一考研专业课真题	413
2021 年河北科技大学 846 物理化学考研专业课真题	416
2021 年青岛理工大学 801 物理化学考研专业课真题	419
2021 年安徽师范大学 911 物理化学考研专业课真题	422
2021 年北京化工大学 860 物理化学考研专业课真题	426
2021 年常州大学 820 物理化学考研专业课真题	431
2021 年广东工业大学 812 物理化学考研专业课真题	434
2021 年广西民族大学 823 物理化学二考研专业课真题	438
2021 年桂林理工大学 853 物理化学 (A 卷) 考研专业课真题	442
2021 年河北工程大学 813 物理化学考研专业课真题	445
2021 年昆明理工大学 846 物理化学考研专业课真题	449
2021 年宁波大学 881 物理化学考研专业课真题	453
2021 年汕头大学 821 物理化学考研专业课真题	456
2021 年西南科技大学 807 物理化学 I 考研专业课真题	462
2021 年西南科技大学 808 物理化学 II 考研专业课真题	467
2021 年西南科技大学 835 物理化学 III 考研专业课真题	474
2021 年扬州大学 825 物理化学 (理) 考研专业课真题	477
2021 年扬州大学 826 物理化学 (工) 考研专业课真题	480
2021 年浙江工业大学 801 物理化学考研专业课真题	483
2021 年中国海洋大学 815 物理化学 A 考研专业课真题	487
第三篇、2020 年物理化学考研真题汇编	493
2020 年扬州大学 664 高分子化学与物理考研专业课真题	493
2020 年青岛理工大学 801 物理化学考研专业课真题	495
2020 年浙江工业大学 801 物理化学考研专业课真题	498
2020 年长沙理工大学 801 物理化学考研专业课真题	502
2020 年武汉科技大学 807 物理化学考研专业课真题及答案	506
2020 年浙江工业大学 807 高分子化学与物理考研专业课真题	513
2020 年西南科技大学 801 物理化学 I 考研专业课真题	515
2020 年西南科技大学 808 物理化学 II 考研专业课真题	520
2020 年常州大学 810 高分子化学与物理考研专业课真题	525
2020 年河北师范大学 810 物理化学 (含结构化学) 考研专业课真题	527
2020 年广东工业大学 812 物理化学考研专业课真题	533
2020 年武汉科技大学 815 材料物理与化学考研专业课真题	536
2020 年武汉科技大学 812 材料物理与化学考研专业课真题	542
2020 年暨南大学 816 物理化学考研专业课真题	545
2020 年常州大学 820 物理化学考研专业课真题	550
2020 年西安建筑大学 820 物理化学考研专业课真题	552
2020 年广西民族大学 823 物理化学二考研专业课真题	555
2020 年赣南师范大学 825 物理化学考研专业课真题	560
2020 年扬州大学 825 物理化学 (理) 考研专业课真题	564

2020 年扬州大学 826 物理化学（工学）考研专业课真题	567
2020 年西南科技大学 835 物理化学Ⅲ考研专业课真题	570
2020 年南京师范大学 842 物理化学考研专业课真题	573
2020 年昆明理工大学 846 物理化学考研专业课真题	576
2020 年桂林理工大学 853 物理化学考研专业课真题	580
2020 年西安建筑科技大学 864 材料物理化学考研专业课真题	583
2020 年广东工业大学 865 高分子化学与物理考研专业课真题	587
2020 年宁波大学 881 物理化学考研专业课真题	590
2020 年安徽师范大学 842 物理化学考研专业课真题	594
2020 年汕头大学 821 物理化学考研专业课真题	598
2020 年河北工程大学 813 物理化学考研专业课真题	603
第四篇、2019 年物理化学考研真题汇编	607
2019 年安徽师范大学 911 物理化学考研专业课真题	607
2019 年北京化工大学 860 物理化学考研专业课真题	611
2019 年赣南师范大学 825 高分子化学与物理考研专业课真题	616
2019 年广东工业大学 812 物理化学考研专业课真题	620
2019 年江苏大学 858 物理化学考研专业课真题	623
2019 年南昌航空大学 825 物理化学考研专业课真题	627
2019 年青岛理工大学 801 物理化学考研专业课真题	629
2019 年汕头大学 821 物理化学考研专业课真题	632
2019 年扬州大学 825 物理化学（理）考研专业课真题	636
第五篇、2018 年物理化学考研真题汇编	640
2018 年温州大学 824 物理化学考研专业课真题	640
2018 年武汉科技大学 807 物理化学考研专业课真题	642
2018 年湖南师范大学 728 物理化学考研专业课真题	649
2018 年华南理工大学 852 物理化学（二）考研专业课真题	652
2018 年江苏大学 858 物理化学考研专业课真题	656
2018 年南京航空航天大学 630 物理化学考研专业课真题	661
2018 年南京师范大学 841 物理化学考研专业课真题	665
第六篇、2017 年物理化学考研真题汇编	669
2017 年安徽师范大学 911 物理化学考研专业课真题	669
2017 年广东工业大学 812 物理化学考研专业课真题	672
2017 年华侨大学 844 物理化学考研专业课真题	676
2017 年南京航空航天大学 630 物理化学考研专业课真题	683
2017 年宁波大学 881 物理化学考研专业课真题	687
2017 年青岛大学 829 物理化学考研专业课真题	692
2017 年汕头大学 821 物理化学考研专业课真题	697
2017 年温州大学 824 物理化学考研专业课真题	702
2017 年武汉纺织大学 819 物理化学考研专业课真题	704
2017 年湘潭大学 856 物理化学（二）考研专业课真题	709

2024 年中原工学院 810 物理化学备考信息

中原工学院 810 物理化学考研初试参考书目

《物理化学》第 4 版，任素贞主编，上海科学技术出版社

中原工学院 810 物理化学考研招生适用院系

材料与化工学院：材料物理与化学/材料学/材料加工工程/材料与化工

2024 年中原工学院 810 物理化学考研核心笔记

《物理化学》考研核心笔记

第 1 章 热力学第一定律

考研提纲及考试要求

- 考点：系统与环境
- 考点：状态和状态函数
- 考点：过程与途径
- 考点：热力学平衡态
- 考点：热功当量
- 考点：能量转化与守恒定律
- 考点：热力学能
- 考点：热力学第一定律的文字表述
- 考点：热力学第一定律的数学表达式

考研核心笔记

【核心笔记】热力学基本概念

1. 系统与环境

(1) 定义

系统：我们所研究的那部分物质和空间—被划定的研究对象。亦称为体系或物系。

环境：是系统以外，与系统密切相关、有相互作用或影响所能及的部分。

(2) 系统分类

根据系统与环境之间的关系，把系统分为三类：

- ① 封闭系统——系统与环境之间无物质交换，但有能量交换。
- ② 隔离系统——系统与环境之间既无物质交换，又无能量交换
- ③ 敞开系统——系统与环境之间既有物质交换，又有能量交换

2. 状态和状态函数

(1) 定义

① 状态：体系一系列性质的综合表现

热状态性质（函数）：描述状态的宏观物理量

③ 几何：体积、面积等；

④ 力学：压力、表面张力、密度等；

⑤ 电磁：电流、磁场强度等；

⑥ 化学：摩尔数、摩尔分数等

⑦ 热力学：温度、熵、内能、焓、自由能等

(2) 状态函数的特点

① 同一热力学系统的各种状态函数间存在一定的联系

由一定量的纯物质构成的单相系统，只需指定任意两个能独立改变的性质，即可确定系统的状态。

若对于一定量的物质，已知系统的性质为 x 与 y ，则系统任一其它性质 X 是这两个变量的函数，即：

$$X = f(x, y)$$

例对物质的量为 n 的某纯物质、单相系统，其状态可由 T, p 来确定，其它性质，如 V ，即是 T, p 的函数。 $V=f(T,p)$

②状态一定，体系所有的性质都是确定的，即状态函数是状态的单值函数(体系的状态一旦确定，状态函数就有单一定值，状态不变它不变)。

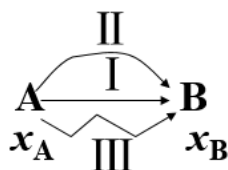
状态改变了，不一定所有性质都改变，但性质改变了，状态一定改变。

例：理气的等温过程： $(P_1, V_1) \rightarrow (P_2, V_2)$ 状态改变了， T 不变

③状态改变时，状态函数的变化量只与变化的始末态有关，而与变化的途径无关。

状态函数在数学上具有全微分的性质。

若 x 为状态函数，系统从状态 A 变化至状态 B:



有:

$$\Delta x_I = \Delta x_{II} = \Delta x_{III} = x_B - x_A$$

$$\oint_{A \rightarrow B \rightarrow A} dx = 0$$

如理想气体:

$$V = \frac{nRT}{p} \quad \text{即: } V = f(p, T)$$

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T dp + \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dT$$

(3) 状态函数的分类

①容量性质 (或广度性质): 容量性质的数值与体系中物质的数量成正比, 具有加和性, 如: m, n, V, U

②强度性质:

强度性质的数值与体系中物质的数量无关, 不具有加和性。如: T, P, ρ, E

③二者的关系:

a. 每单位广度性质即强度性质,

$$\frac{V}{n} = V_m \quad \frac{C_p}{n} = C_{p,m}$$

b. 容量性质 ÷ 容量性质 = 强度性质

$$\frac{m}{V} = \rho$$

c. 容量性质 × 强度性质 = 容量性质

3. 过程与途径

(1) 定义

①系统从一个状态变到另一个状态, 称为过程。

②前一个状态称为始态, 后一个状态称为末态。

③实现这一过程的具体步骤称为途径。

(2) 过程的类型

①由内部物质变化类型分类

- a. 单纯 pVT 变化
- b. 相变化
- c. 化学变化

②由过程进行特定条件分类

- a. 恒温过程($T_1=T_2=T_{外}$)
- b. 恒压过程($p_1=p_2=p_{外}$)
- c. 恒容过程($V_1=V_2$)
- d. 绝热过程($Q=0$)
- e. 循环过程(始态=末态)

③途径的特点

一个途径可以由一个或几个步骤组成, 中间可能经过多个实际的或假想的中间态, 在热力学内容的学习中我们会经常设计途径来解决问题。

4. 热力学平衡态

(1) 定义

在一定条件下, 系统中各个相的宏观性质不随时间变化; 且如系统已与环境达到平衡, 则将系统与环境隔离, 系统性质仍不改变的状态。

(2) 系统若处于平衡态, 则系统满足:

- ①内部有单一的温度, 即热平衡;
- ②内部有单一的压力, 即力平衡;
- ③内部各相组成不变, 即相间扩散平衡;
- ④内部各组分的物质的量不变, 即化学平衡。

【核心笔记】热和功

(1) 热 (heat)

体系与环境之间因温差而传递的能量称为热, 用符号 Q 表示。

(2) 功 (work)

体系与环境之间传递的除热以外的其它能量都称为功, 用符号 W 表示。功可分为体积功 W 和非体积功 W' 两大类。

(3) 符号规定:

系统吸热, $Q>0$; 系统放热, $Q<0$ 。
系统得功, $W>0$; 系统做功, $W<0$ 。

(4) 热和功的特点:

- ①能量量纲, 单位“J”或“kJ”;
- ②是途径函数非状态函数;
- ③微量热记作 δQ , 不是 dQ , 一定量的热记作 Q , 不是 ΔQ 。
- ④微量功记作 δW , 不是 dW , 一定量的功记作 W , 不是 ΔW

【核心笔记】热力学第一定律

1. 热功当量

焦耳 (Joule) 和迈耶 (Mayer) 自 1840 年起, 历经 20 多年, 用各种实验求证热和功的转换关系, 得到

的结果是一致的。

即：1cal=4.1840J

这就是著名的热功当量，为能量转化与守恒原理提供了科学的实验证明。

2. 能量转化与守恒定律

到 1850 年，科学界公认能量守恒定律是自然界的普遍规律之一。能量守恒与转化定律可表述为：

自然界的一切物质都具有能量，能量有各种不同形式，能够从一种形式转化为另一种形式，但在转化过程中，能量的总值不变。

3. 热力学能

$$E = E_k + E_p + U$$

动能 势能 热力学能

一系统内部能量的总和。

(1) 含义：

- ①体系内质点间的势能：吸引能，排斥能
- ②体系分子间的动能：平动能，转动能，振动能
- ③体系内质点的运动能：核能
- ④电子运动能

(2) 特点：

- ①热力学能的绝对值无法确定
- ②热力学能是状态函数
- ③热力学能是容量性质

其微小变量可表示为某几个自变量的全微分形式。对纯物质单相封闭系可有：

$$U = f(T, V); \quad dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T dV$$

$$\text{或 } U = f(T, p); \quad dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_p dT + \left(\frac{\partial U}{\partial p} \right)_T dp$$

4. 热力学第一定律的文字表述

在化学热力学中，研究的体系大多为宏观上静止且无特殊外电场存在，故 $E_k = E_p = 0, E = U$

热一律是能量转换及守恒定律用于热力学封闭系统(包括孤立系统)的形式。叙述为：

封闭系统中的热力学能不会自行产生或消灭，只能以不同的形式等量地相互转化。

第一类永动机(无需环境供给能量而能连续对环境做功的机器)不能制造。

5. 热力学第一定律的数学表达式

根据能量转化与守恒定律，系统的状态发生变化时，内能的改变量 ΔU 是由其他形式的能转换而来的(能量的转移方式一种是热，一种是功)

$\Delta U = Q + W$ (封闭体系, 平衡态)

对微小变化： $dU = \delta Q + \delta W$

因为热力学能是状态函数，数学上具有全微分性质，微小变化可用 dU 表示； Q 和 W 不是状态函数，微小变化用 δ 表示，以示区别。

【核心笔记】功的计算、可逆过程

1. 功的分类：

2024 年中原工学院 810 物理化学考研复习提纲

《物理化学》考研复习提纲

《物理化学》复习提纲

第 1 章 热力学第一定律

复习内容：系统与环境
复习内容：状态和状态函数
复习内容：过程与途径
复习内容：热力学平衡态
复习内容：热功当量
复习内容：能量转化与守恒定律
复习内容：热力学能
复习内容：热力学第一定律的文字表述
复习内容：热力学第一定律的数学表达式

第 2 章 热力学第二定律

复习内容：自发过程
复习内容：自发过程的共同特征
复习内容：任意可逆循环的热温商
复习内容：熵的引出
复习内容：Clausius 不等式
复习内容：熵增加原理
复习内容：Clausius 不等式的意义
复习内容：环境熵变的计算
复习内容：简单 pVT 状态变化
复习内容：热传递过程

第 3 章 化学平衡

复习内容：化学反应体系
复习内容：化学反应的方向与限度
复习内容：任何气体 B 化学势的表达式
复习内容：热力学平衡常数
复习内容：气体反应平衡常数
复习内容：平衡常数的测定

复习内容：平衡转化率的计算
 复习内容：平衡常数与温度的关系
 复习内容：生物体内的化学平衡

第 4 章 混合物和溶液

复习内容：拉乌尔定律
 复习内容：亨利定律—溶质的气液平衡规律
 复习内容：拉乌尔定律与亨利定律的应用
 复习内容：理想液态混合物
 复习内容：真实气体的化学势
 复习内容：真实气体的逸度和逸度因子
 复习内容：普遍化的逸度因子图
 复习内容：路易斯-兰德尔规则
 复习内容：真实液态混合物

第 5 章 相平衡

复习内容：柯诺瓦洛夫规则
 复习内容：精馏原理
 复习内容：部分互溶系统的液液平衡相图
 复习内容：部分互溶系统的气液液平衡相图
 复习内容：固态不互溶系统的液-固平衡相图
 复习内容：液-固平衡相图的绘制方法
 复习内容：生成化合物的固态不互溶系统液-固平衡相图
 复习内容：固态完全互溶系统液-固平衡相图
 复习内容：固态部分互溶系统液-固平衡相图

第 6 章 统计热力学初步

复习内容：分子的平动
 复习内容：双原子分子的转动
 复习内容：双原子分子的振动
 复习内容：各类能级间隔的比较
 复习内容：自由焓函数与计算平衡常数的表册方法

第 7 章 化学动力学基础

- 复习内容：化学反应速率的表示方法
- 复习内容：速率方程
- 复习内容：反应级数、反应分子数
- 复习内容：速率常数
- 复习内容：阿仑尼乌斯公式的意义和应用
- 复习内容：基元反应和反应分子数
- 复习内容：由反应机理推导实验速率方程
- 复习内容：碰撞理论
- 复习内容：过渡态理论

第 8 章 电化学

- 复习内容：电解质溶液的导电机理
- 复习内容：电导、电导率和摩尔电导率
- 复习内容：电导测定的应用
- 复习内容：离子活度与电解质活度的关系
- 复习内容：电解质的平均活度和平均活度因子
- 复习内容：平均活度因子的估算
- 复习内容：原电池与电解池的区别
- 复习内容：可逆电池与不可逆电池
- 复习内容：电动势的测定
- 复习内容：溶液 pH 值的测定

第 9 章 界面现象与分散系统

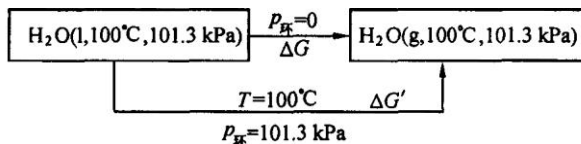
- 复习内容： σ 的物理意义
- 复习内容：表面张力 σ
- 复习内容：附加压力
- 复习内容：曲率对蒸气压的影响
- 复习内容：Kelvin 公式的应用：几种亚稳态
- 复习内容：液体的润湿与铺展
- 复习内容：毛细管现象
- 复习内容：朗格缪尔(Langmuir)单分子层吸附等温式
- 复习内容：BET 多分子层吸附等温方程

2024 年中原工学院 810 物理化学考研核心题库

《物理化学》考研核心题库之问答题精编

1. 题: 1mol 水在 100℃、101.3kPa 下, 向真空蒸发成 100℃、101.3kPa 的水蒸气, 试计算此过程的 ΔA 与 ΔG , 并判断过程是否可逆。

【答案】 $n=1\text{mol}$



水向真空蒸发过程是不可逆相变过程, 可以将其设计成恒温恒压 (373.15K、101.3kPa) 下可逆相变过程。该过程的 $\Delta G' = 0$ 。

因为吉布斯函数是状态函数, 所以

$$\begin{aligned} \Delta G &= \Delta G' = 0 & W &= -p_{\text{环}} \Delta V = 0 \\ \Delta A &= \Delta G - \Delta(pV) = -\Delta(pV) = -p(V_g - V_l) \approx -pV_g = -nRT = \\ &= (-1 \times 8.314 \times 373.15) \text{ J} = -3.102 \text{ kJ} < W \end{aligned}$$

这说明过程是不可逆的。

2. 某一级反应在 27℃ 时, 反应物浓度降为初始时的 $\frac{1}{2}$ 时, 所用时间为 500 分钟, 而在 37℃ 时, 同样降为原来浓度的 $\frac{1}{2}$ 时, 所用时间仅为 100 分钟。

试求: ① 该反应 27℃ 和 37℃ 时的速率常数;

② 该反应的活化能;

③ 37℃ 时反应物浓度降为初始时的 $\frac{1}{4}$ 所经历的时间。

【答案】 ① 因为对一级反应有 $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$, 所以 $k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

$$k(27) = \frac{\ln 2}{500} = 1.386 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}, \quad k(37) = \frac{\ln 2}{100} = 6.931 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$$

$$\textcircled{2} \ln \frac{k(37)}{k(27)} = -\frac{E_a}{R} \left[\frac{1}{(37+273.15)\text{K}} - \frac{1}{(27+273.15)\text{K}} \right] = \left(1.0742 \times 10^{-4} \frac{E_a}{R} \right) \text{K}^{-1}$$

$$\text{所以 } E_a = \frac{R \ln \frac{k(37)}{k(27)}}{1.0742 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}} = \left(\frac{8.3145 \ln \frac{t_{1/2}(27)}{t_{1/2}(37)}}{1.0742 \times 10^{-4}} \right) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 124.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\textcircled{3} t_{3/4}(37) = \frac{\ln \frac{c_0}{0.25c_0}}{k(37)} = \frac{\ln 4}{k(37)} = \frac{\ln 4}{\frac{\ln 2}{t_{1/2}(37)}} = 2t_{1/2}(37) = 200 \text{ min.}$$

3. 试用相律分析: 由 CaCO_3 分解所得平衡体系, 若保持恒温而加入 CO_2 , 平衡体系压力是否会改变?

【答案】 该体系有一个反应



$$R = 1, S = 3, R' = 0, \Phi = 3$$

因为保持恒温, 所以

$$f = C - \Phi + 1 = (S - R - R') - \Phi + 1 = (3 - 1 - 0) - 3 + 1 = 0$$

即通入 CO_2 时，一旦体系温度恒定，则平衡体系压力不会改变。可以理解为：通入 CO_2 ，只能使 CO_2 与 CaO 生成 CaCO_3 ，只增加 CaCO_3 的量而不改变体系的平衡压力。除非通入的 CO_2 的量足够多以致使 CaO 全部反应，体系变成 CaCO_3 和 CO_2 二组分体系，此时继续通入 CO_2 才会使体系压力升高。

4. 组分 A 的正常熔点为 6°C ，B 为 65°C 。两种纯固态物不互溶。低共熔点 E 为 -1°C ，低共熔物中含 B 为 0.2(摩尔分数)。A 和 B 可以形成不稳定化合物 AB_2 ，它在 30°C 时分解。

(1) 据以上数据画出 A-B 双组分 T-x 相图；

(2) 标出各相区组成；

(3) 二组分体系的低共熔点 E 自由度数为多少？在低共熔点 E 所处的水平线上(恒温线)能否用杠杆规则？

(4) 说明含 B 摩尔分数为 0.8 的不饱和溶液在冷却过程中的相变情况。

【答案】(1) 根据题给数据，A-B 双组分 T-x 相图如下图 1 所示。其中， $x(\text{AB}_2) = 0.6667$ ；题目没有给出稳定化合物在异成分熔点分解时对应溶液的组成，故图中 FG 线的左端点是任意给的。

(2) 各相区组成如下表所示：

相区	1	2	3	4	5	6
相态	1	$s_B + l$	$s_A + l$	$s_{\text{AB}_2} + l$	$s_{\text{AB}_2} + s_B$	$s_{\text{AB}_2} + s_A$

表

(3) 在低共熔点 E，自由度数为

$$F = C - P + 1 = 2 - 3 + 1 = 0$$

在二组分系统相图中，杠杆规则只能用于两相平衡共存的区域中。而在 CD 线上系统存在 1, s_A 和 s_B 三相共存，因此不能使用杠杆规则。

(4) 含 B 摩尔分数为 0.8 的不饱和溶液的物系点如相图 1 中 K 点所示。

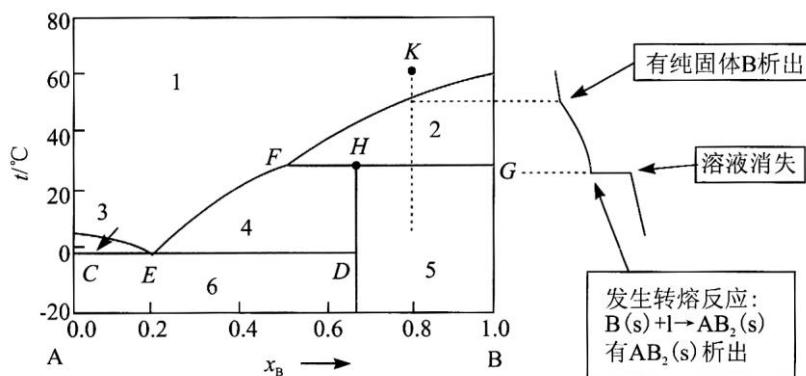


图 1

5. 水、乙醇和乙酸乙酯三组分系统在 343K 时的平衡数据(质量分数 w) 如下表：

水层			乙酸乙酯层		
水	乙醇	乙酸乙酯	水	乙醇	乙酸乙酯
0.937	0	0.063	0.058	0	0.942
0.91	0.022	0.068	0.065	0.01	0.925
0.88	0.045	0.075	0.082	0.031	0.887
0.82	0.084	0.093	0.128	0.077	0.795

表

(1) 在三角坐标上绘出溶解度曲线和连线；

(2) 三组分共沸物组成为含水 7.8%、乙醇 9.0%、乙酸乙酯 83.2%，可用加水分层的方法使酯浓缩。

现将 100g 共沸物加水 200g, 搅拌, 分两层, 求两层溶液的组成;

(3) 酯层中各组分的质量及乙酸乙酯的损失量。

【答案】(1) 绘出的三组分系统相图如下图 1 所示。

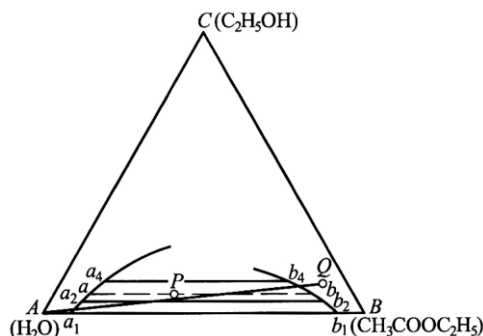


图 1

(2) 三组分共沸物为图中 Q 点所示。

当加 200g 水于 100g 共沸物中, 其组成为

$$w(\text{醇}) = \frac{100 \text{ g} \times 9\%}{(100+200) \text{ g}} = 0.03$$

$$w(\text{水}) = \frac{(200+7.8\% \times 100) \text{ g}}{(100+200) \text{ g}} = 0.693$$

$$w(\text{酯}) = \frac{100 \text{ g} \times 83.2\%}{(100+200) \text{ g}} = 0.277$$

在相图中找出该组成物系点的位置, 为 P 点所示(当向共沸物 Q 中加水时, 物系点必自 Q 向 A 点(代表水)移动, 故 P 点必位于 Q 点与 A 点的连线 QA 上, 再由其组成数据即可定出 P 点位置)。

为求两层溶液的组成, 可过 P 点作一条连结线, 交水层于 a 点, 酯层于 b 点, 由此可确定

水层(a 点)的组成: $w(\text{水})=0.89$, $w(\text{酯})=0.07$, $w(\text{醇})=0.04$

酯层(b 点)的组成: $w(\text{水})=0.07$, $w(\text{酯})=0.91$, $w(\text{醇})=0.02$

(3) 为求酯层中各组分的质量, 需先由杠杆规则求出酯层的质量 m_b 。

$$m_b = m \frac{ap}{ab} = 300 \text{ g} \times \frac{4 \text{ cm}}{16.4 \text{ cm}} = 73.2 \text{ g}$$

(ap, ab 的长度数据是从另一张更精确的三角坐标相图中量得)

酯层的组成:

$$m(\text{水}) = m_b \times 7\% = 73.2 \text{ g} \times 7\% = 5.124 \text{ g}$$

$$m(\text{醇}) = 73.2 \text{ g} \times 2\% = 1.464 \text{ g}$$

$$m(\text{酯}) = 73.2 \text{ g} \times 91\% = 66.612 \text{ g}$$

已知原共沸物中含酯:

$$100 \text{ g} \times 83.2\% = 83.2 \text{ g}$$

损失的乙酸乙酯量:

$$(83.2-66.61) \text{ g} = 16.59 \text{ g}$$

6. HBr 分子的平衡核间距 $R_e = 1.414 \times 10^{-8} \text{ cm}$, 请求算

(1) 转动特征温度。

(2) 在 298.15K 下, HBr 分子占据转动量子数 $J=1$ 的能级上的分率。

(3) 298.15K, HBr 理想气体的摩尔转动熵。已知 H 与 Br 的摩尔质量分别为 $1.008 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $79.91 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【答案】(1) $I = \{m(\text{H})m(\text{Br})/[m(\text{H}) + m(\text{Br})]\} \cdot R_e^2 = 3.305 \times 10^{-47} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

$$\Theta_r = h^2 / (8\pi^2 I k_B) = 12.2 \text{ K} \ll 298 \text{ K}$$

$$(2) n_J/N = (2J+1)\exp[-J(J+1)\Theta_r/T]/(T/\Theta_r) = 11.3\% \quad (J=1)$$

$$(3) S_{r,m} = Lk_B \ln(T/\Theta_r) + U/T = R \ln(T/\Theta_r) + R = 34.88 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

7. Br_2 的基本振动波数为 323.2 cm^{-1} 。求其第一振动能级与基态能级的能量差。 Br_2 的振动光谱是否在红外吸收光谱中出现, 为什么?

【答案】 振动能级为 $E_n = h\nu_0 \left(n + \frac{1}{2} \right)$, $\Delta E = E_1 - E_0 = h\nu_0 = hc\tilde{\nu}_0 = 6.42 \times 10^{-21} \text{ J}$ 。 Br_2 的振动光谱不出现在红外吸收光谱中, 因 Br_2 是非极性分子, 偶极矩为零。

8. 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。

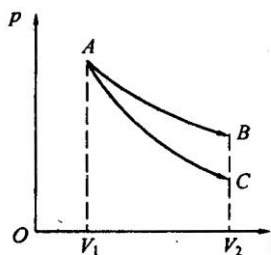


图 1

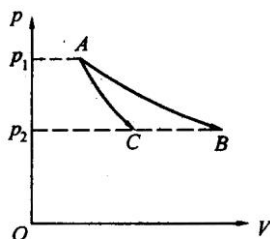


图 2

9. 今有二组分凝聚系统相图如下图 1 所示: 浓度坐标为质量分数 (w), L、M、N 三点的组成分别为 $w_B = 30\%$, 50% , 80% 。

① 标明图中各区的稳定相。

② 绘出样品 1 (组成 $w_B = 30\%$) 和样品 w (组成 $w_B = 50\%$) 的步冷曲线。

③ 今有一组成 $w_B = 60\%$ 的样品 210g , 自 q 高温冷却到温度 t' (见下图 1), 在此温度下若相平衡时组成为 N 的那一相的量依次为 126g , 90g 和 70g 时, 凝聚系统内分别是哪几个相成平衡, 平衡时各相的量分别是多少?

2024 年中原工学院 810 物理化学考研题库[仿真+强化+冲刺]

中原工学院 810 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、问答题

1. (1) 写出二体刚性转子的能级公式，并指出其量子数的取值。

(2) 写出转动配分函数 q_r 计算式。

(3) 写出转动热力学能 U_r 与 U_r^\ominus (以基态作为能量零点时的转动热力学能) 的关系。

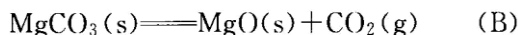
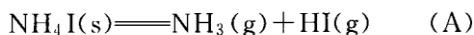
【答案】(1) 二体刚性转子能级公式： $\epsilon_r = \frac{\hbar^2}{2I} J(J+1) = \frac{h^2}{8I\pi^2} J(J+1)$ ，量子数 J 的取值：0, 1, 2...

(2) 转动配分函数： $q_r = \frac{T}{\theta_r \sigma} = \frac{8\pi^2 I k T}{h^2 \sigma}$

(3) U_r 与 U_r^\ominus 关系： $U_r = U_r^\ominus$ 。

2. 有条件完全相同的两个真空密闭的、体积较大的容器 A 与 B，其中 A 放有过量 $\text{NH}_4\text{I}(\text{s})$ ，B 放有过量的 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 。在一定温度下，它们分别按下式子分

【答案】



达平衡后，实验测得 A、B 容器的压力分别为 p_A 与 p_B 。而后往容器 A 中加入少量的 $\text{NH}_3(\text{g})$ ，往容器 B 中加入少量的 $\text{CO}_2(\text{g})$ ，重新达平衡后，容器的压力是否改变，请用相律解释之。

答：在 A、B 容器中未加入 $\text{NH}_3(\text{g})$ 及 $\text{CO}_2(\text{g})$ 气前，由相律：

容器 A： $S=3, R=1, R'=1, C=1, P=2, F=1-2+1=0$ ；

容器 B： $S=3, R=1, R'=0, C=2, P=3, F=2-3+1=0$ ；

所以，只要系统的温度不变，则系统的压力与各相组成为确定值。

在容器 A 中加入 $\text{NH}_3(\text{g})$ 后，因 $R'=0, C=2, F=2-2+1=1$ ，即容器温度虽不变，但容器压力与气相组成两者之一可以变化，现因气相组成变化，所以容器压力要随之而变[所谓组成相等条件，不能用于不同相，如 $\text{MgO}(\text{s})$ 与 $\text{CO}_2(\text{g})$]。

反过来看，对容器 B，因为 R' 不因加入 $\text{CO}_2(\text{g})$ 而改变，所以 R' 仍为 0，所以 $F=0$ ，即容器 B 中的压力不因 $\text{CO}_2(\text{g})$ 加入而变。

3. 含有溶质 A 的质量为 m 的 1kg 溶剂沸点升高 ΔT_b ，已知沸点升高常数为 K_b ，但 A 在该溶剂中发生部分二聚，即 $2A \rightleftharpoons A_2$ ，试证明浓度平衡常数 K_c 为

$$K_c = \frac{K_b(K_b m - \Delta T_b)}{(2\Delta T_b - K_b m)^2}$$

【答案】 $2A \rightleftharpoons A_2$

$$m - 2x \quad x$$

$$K_c = \frac{x}{(m - 2x)^2} \quad (\text{A})$$

由沸点升高规律， $\Delta T_b = K_b(m - 2x + x) = K_b(m - x)$ 。

$x = m - (\Delta T_b / K_b)$ ，代入(A)式即得到所需证的公式

4. 什么是成键轨道、非键轨道和反键轨道？电子填充在这些轨道时对分子的能量及稳定性有何影响？

【答案】描述分子中单个电子运动的波函数称为分子轨道。如果分子轨道所对应的能量比原来的原子轨道低，就称这种轨道为成键轨道。如果分子轨道所对应的能量比原来的原子轨道能量高，则称为反键轨道。如果分子轨道所对应的能量与原来的原子轨道相比，未发生变化，则称为非键轨道。

当电子填充在成键轨道上时，可起到降低分子能量、使分子稳定的作用。电子填充到非键轨道上，不降低分子的能量，也不增加分子的稳定性。而当电子填充到反键轨道上时，增加了分子的能量，降低分子的稳定性。

5. $\text{NaCl(s)} - \text{H}_2\text{O(l)}$ 二组分系统的低共熔点为 252K，此时有溶液(质量分数为 0.223 的 NaCl)、冰及 $\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O(s)}$ 平衡共存。在 264K 处有一不相合熔点，在该温度时 $\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 分解并生成 NaCl(s) 及 27% 的 NaCl 溶液。已知 NaCl(s) 在水中的溶解度随温度之升高略有增加。

(1) 绘出相图，指出图中各区、线的相态及意义；

(2) 若有 1.0kg 质量分数为 0.28 的 NaCl 水溶液，由 300K 冷却到接近 264K，试求所能分离出纯 NaCl(s) 的质量；

(3) 某地炼厂所用的淡水是由海水(2.5% 的 NaCl) 淡化而来。其方法是利用液化气膨胀吸热使泵取的海水在装置中降温析出冰，将其融化得淡水。问冷冻到什么温度所得淡水最多？

【答案】(1) 不稳定化合物 $\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中 NaCl 的质量分数

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O})} = \frac{58.5}{94.5} = 0.619$$

应在质量分数为 0.619 处作一垂线 EF，据题意，该不稳定化合物在 264K 分解，则垂线顶端 F 点是 264K。该温度下不稳定化合物分解为 NaCl(s) 与 27% 的 NaCl 水溶液，故过 F 点应有一水平线，其一端与纯 NaCl 垂线相交，另一端至 27% 处。绘制的该二组分系统的相图如下图 1 所示。

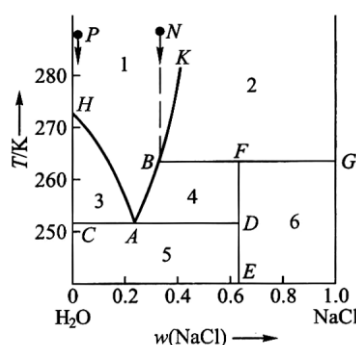


图 1

各区的相态

1	l(液相)
2	l + s_{NaCl} (固相 NaCl)
3	l + $s_{\text{H}_2\text{O}}$ (冰)
4	l + $s_{\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}}$ (不稳定化合物)
5	$s_{\text{H}_2\text{O}}$ + $s_{\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}}$
6	$s_{\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}}$ + s_{NaCl}

各线的意义

CAD	三相线(C点表示的冰、D点表示的不稳定化合物 $\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 及 A点表示的含 NaCl 22.3%的水溶液)
BFG	三相线(G点表示的 $\text{NaCl}(\text{s})$, F点表示的不稳定化合物及 B点表示的含 NaCl 27%的水溶液)
HA	$\text{NaCl}(\text{s})$ 在水中的凝固点降低曲线, H点为水的凝固点
AB	不稳定化合物的溶解度曲线
BK	$\text{NaCl}(\text{s})$ 的溶解度曲线
EDF	不稳定化合物 $\text{NaCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$

(2) 1.0 kg 300K 含 NaCl 28% 的水溶液如 N 点所示, 当冷却到接近 264K 时, 将有 $\text{NaCl}(\text{s})$ 析出, 此时物系呈两相平衡共存。析出 $\text{NaCl}(\text{s})$ 的质量可按达 264K (三相线相应的温度) 时, 用杠杆规则计算。

$$m_1(0.28 - 0.27) = m(\text{NaCl})(1.0 - 0.28)$$

$$\text{即 } [1.0 \text{ kg} - m(\text{NaCl})] \times 0.01 = m(\text{NaCl}) \times 0.72$$

$$\text{求得 } m(\text{NaCl}) = 0.0137 \text{ kg} = 13.7 \text{ g}$$

(3) 待淡化的海水 (含 NaCl 2.5%) 如 P 点所示。当将其降温到稍高于 252K (即三相线 CAD 之上) 时, 所获冰即淡水最多。

6. 熵既然是状态函数, 它的变化就应该与过程无关, 那为什么熵变又能够作为过程性质的判据呢?

【答案】熵是体系的状态函数, 它的变化与过程性质无关, 也就是说只要体系的始、终态分别相同,

就有 $\Delta S(\text{可逆}) = \Delta S(\text{不可逆})$, 这里的 ΔS 是指 $\Delta S_{\text{体系}}$, 当过程可逆时 $\Delta S = \int_1^2 \frac{\delta Q_r}{T}$, 当过程不可逆时, 不能直接用上式计算, 可以设计成始、终态分别相同的可逆过程来计算。

而熵变用来判别过程性质时, ΔS 指的是 $\Delta S_{\text{隔}}$ 。若算出 $\Delta S_{\text{隔}} = 0$, 则表示始、终两态处于平衡, 即对应的过程是可逆的; 若算出的 $\Delta S_{\text{隔}} > 0$, 则表示两态不平衡, 过程将自动进行到平衡态为止, 即对应的过程是自发的。

因此用熵函数作为过程性质的判据与熵是体系的状态函数并不矛盾。

7. 题: 25°C 时用 Pt 电极电解 NaOH 水溶液, 理论分解电压应当是 1.23V, 但实际上电解池的外加电压 $E_{\text{外}} = 1.69 \text{ V}$ 时, 两极才明显有气泡产生。为什么?

【答案】根据电解产物规律, 在阴极上析出电势越大的氧化态越先放电, 在阳极上析出电势越小的还原态越先放电, 据此阴极上首先析出 $\text{H}_2(\text{g})$, 阳极上首先析出 $\text{O}_2(\text{g})$ 。最初产生的氢气和氧气吸附在电极表面, 与电解池溶液构成一个反电池: $\text{Pt} | \text{H}_2(101.325 \text{ kPa}) | \text{NaOH 水溶液} | \text{O}_2(101.325 \text{ kPa}) | \text{Pt}$, 此电池在 25°C 时的电动势 $E^{\ominus} = 1.23 \text{ V}$, 这就是用 Pt 电极电解 NaOH 水溶液的理论分解电压 $E_{\text{理}}$ 。

但实际电解池有一定的内电阻 $R_{\text{内}}$ 、浓差极化和电化学极化, 所以电解池的外加电压必须满足

$$E_{\text{外}} = E_{\text{理}} + E_{\text{浓差}} + \eta_{\text{阴}} + \eta_{\text{阳}} + IR_{\text{内}}$$

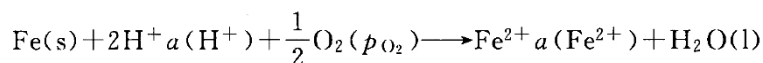
两极才能发生放电反应。浓差极化和内电阻的电压降可以通过搅拌和加入导电盐降低到可忽略的程度, 但电化学极化是不可避免的, 所以 $E_{\text{外}} = 1.69 \text{ V}$ 时电解反应才能顺利进行。

8. 单原子理想气体的平动熵计算公式是否可以用来计算双原子理想气体的平动熵? 独立子系统的平动熵值与哪些因素有关?

【答案】平动熵的计算公式对单原子或多原子理想气体都相同, 因为平动是分子外部的整体运动, 与分子中的原子数无关, 只要代入对应的原子质量, 都能计算对应的平动熵。根据计算平动熵的萨克-特鲁德公式可以看出, 平动熵与分子的质量 (或摩尔质量)、温度、体积 (或压力) 等因素有关。也只有平动运动的配分函数才与体积或压力有关。

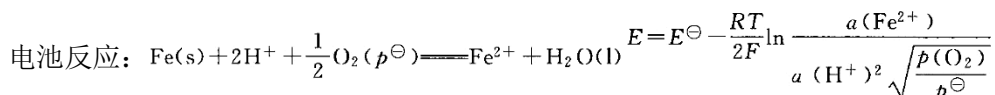
二、计算题

9. 在 25°C 时, $E^\ominus(\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}) = -0.409\text{V}$, $E^\ominus(\text{H}^+, \text{H}_2\text{O}|\text{O}_2|\text{Pt}) = 1.229\text{V}$, 铁在酸性介质中的腐蚀反应可简化为:



问: 当 $p(\text{O}_2) = 100\text{kPa}$, $a(\text{H}^+) = a(\text{Fe}^{2+}) = 1$ 时, 铁在 25°C 时的酸性介质中腐蚀能否自发进行? (要求设计成原电池, 写出原电池图式、电极和电池反应)

【答案】设计电池 $\text{Fe}(\text{s})|\text{Fe}^{2+}[a(\text{Fe}^{2+})]||\text{H}^+[a(\text{H}^+)]| \text{O}_2(p^\ominus)|\text{Pt}$



代入数字得 $E = E^\ominus = (1.229 + 0.409)\text{V} = 1.638\text{V} > 0$ 所以反应能自发进行。

(或 $\Delta_r G_m = -zFE = -316.1\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$ 所以反应能自发进行)

10. 用铂电极电解 $a_{\text{H}^+} = 1$ 的水溶液, 与电解池对应的电池为 $\text{Pt} | \text{H}_2(p^\ominus) | \text{H}^+(a=1) | \text{O}_2(p^\ominus) | \text{Pt}$

(1) 写出电解时的电极反应及电解反应;

(2) 计算 298K 时, 在电流密度为 $50\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$ 条件下的分解电压, 已知此时铂电极上的超电势: $E^\ominus(\text{OH}^-, \text{H}_2\text{O}|\text{O}_2|\text{Pt}) = 0.401\text{V}$, $\eta(\text{H}_2) = 0$, $\eta(\text{O}_2) = 0.487\text{V}$;

(3) 当所用的电流密度为 $50\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, 计算使电解能顺利进行的最小分解电压。

已知 $\Delta_f G_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -237.1\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【答案】(1) 阳极反应: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

阴极反应: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(p^\ominus)$

电解反应: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$

$$(2) E_{\text{反}} = E^\ominus - \frac{RT}{2F} \ln \frac{p_{\text{H}_2} p_{\text{O}_2}^{1/2}}{a_{\text{H}_2\text{O}}} = E^\ominus = E^\ominus(\text{H}^+, \text{H}_2\text{O}|\text{O}_2) - E^\ominus(\text{H}^+|\text{H}_2) = 1.229\text{V}$$

而 $E_{c,i} = E_{c,e} - \eta_c$ $E_{a,i} = E_{a,e} - \eta_a$ $E_{\text{分}} = E_{c,i} - E_{a,i} = E_{\text{反}} - \eta_c + \eta_a$

$E(\text{分}) = 1.229\text{V} + 0\text{V} + 0.487\text{V} = 1.72\text{V}$ 所以分解电压为 1.72V。

(3) 电解反应 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$

$$\Delta_r G_m^\ominus = \Delta_f G_m^\ominus(\text{H}_2, \text{g}) + \frac{1}{2} \Delta_f G_m^\ominus(\text{O}_2, \text{g}) - \Delta_f G_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 237.1\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$E = -\frac{\Delta_r G_m^\ominus}{zF} = -\frac{237.1 \times 10^3 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1}}{2 \times 9.65 \times 10^4 \text{C} \cdot \text{mol}^{-1}} = -1.228\text{V}, \text{反电动势为 } 1.228\text{V}.$$

$$E_{\text{分}} = E_{c,i} - E_{a,i} = E - \eta_c + \eta_a = (1.228 + 0 + 0.487)\text{V} = 1.72\text{V}$$

11. 试求在 $r = 1.1a_0 \rightarrow 1.105a_0$, $\theta = 0.2\pi \rightarrow 0.201\pi$, $\varphi = 0.6\pi \rightarrow 0.601\pi$ 所围成的体积元内找到氢原子 1s 电子的概率。

【答案】氢原子 1s 态波函数为:

$$\psi_{1s} = \sqrt{\frac{1}{\pi a_0^3}} \exp\left(-\frac{r}{a_0}\right)$$

在体积元内找到电子的概率为:

$$P = \int_{1.1a_0}^{1.105a_0} \left[\sqrt{\frac{1}{\pi a_0^3}} \exp\left(-\frac{r}{a_0}\right) \right]^2 r^2 dr \int_{0.2\pi}^{0.201\pi} \sin\theta d\theta \int_{0.6\pi}^{0.601\pi} d\varphi = 9.42 \times 10^{-11}$$

12. 对某一特定的一级反应在 27°C 反应时, 经过 5000s 后, 反应物的浓度减少到初始值的一半, 在 37°C 时, 经

附赠重点名校：物理化学 2016-2022 年考研真题汇编（暂无答案）

第一篇、2022 年物理化学考研真题汇编

2022 年湖南师范大学 728 物理化学考研专业课真题

湖南师范大学 2022 年硕士研究生招生考试初试
自命题科目试题册

业务课代码：728

业务课名称：物理化学

满分：150 分

考试时间：3 小时 可用无存储功能计算器。

考生须知：1、答案必须写在答题纸上，写在其它纸上无效。

2、答题时必须使用蓝、黑色墨水笔作答，用其他笔答题不给分。不得使用涂改液。

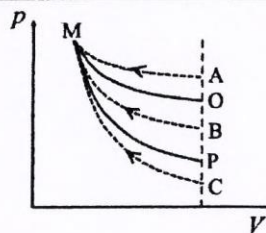
相关物理量： $R = 8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$ $F = 96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

一、填空题（每空 2 分，共 20 分）

- 1、2021 年 8 月 9 日，联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布了第六次评估报告，对全球变暖问题进行了首次全球评估，预计到 2100 年，全球平均温度将上升 1~3.5℃。现假设 2100 年全球平均温度上升 2℃，则海平面的高度将上升_____米。（假设海水为纯水，其热膨胀系数为 $2.1 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ ，全球海洋的体积为 $1.37 \times 10^9 \text{ km}^3$ ，表面积为 $361 \times 10^6 \text{ km}^2$ ）。
- 2、化学物质 HFC-134a 为一种潜在的制冷剂。在 300 K 时，获得该物质的相关数据如下表所示。请依据下表中相关数据，计算在 300 K、0.100 MPa 时，该物质的焦-汤系数 $\mu =$ _____ $\text{K}\cdot\text{MPa}^{-1}$ 。（已知 300 K 时，该物质的等压比热容为 $0.7649 \text{ kJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ ）

p / MPa	0.080	0.100	0.120
比焓 / $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	426.48	426.12	425.76

- 3、图示为一理想气体几种状态变化过程的 p-V 图，其中 OM 为等温线，PM 为绝热线，在 AM、BM、CM 三种准静态过程中，温度降低的是_____过程，气体吸热的是_____过程。



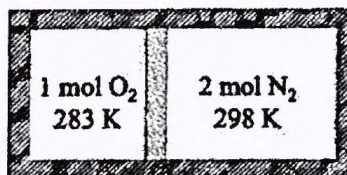
- 4、 $(\frac{\partial T}{\partial S})_V$ 是某纯物质 T-S 图上某点的等容线斜率， $(\frac{\partial T}{\partial S})_P$ 是该点的等压线斜率，则 $(\frac{\partial T}{\partial S})_V$ _____ $(\frac{\partial T}{\partial S})_P$ 。（填 >、< 或 =）
- 5、某气体符合状态方程 $pV_m = RT + bp$ ($b > 0$)，该气体在 Joule 实验中的温度_____，在 Joule-Thomson 实验中温度_____。（填“不变”、“升高”或“降低”）
- 6、在 25.0g 苯中溶入 0.245g 苯甲酸，测得凝固点降低了 0.2048 K，则苯甲酸在苯中的分子式为_____。
- 7、有两种电池如下：① $\text{H}_2(p_1) | \text{HCl}(0.001 \text{ mol kg}^{-1}) | | \text{HCl}(0.01 \text{ mol kg}^{-1}) | \text{H}_2(p_2)$ ，② $\text{H}_2(p_1) | \text{HCl}(0.001 \text{ mol kg}^{-1}) | \text{Cl}_2(p_2) - \text{Cl}_2(p_2) | \text{HCl}(0.01 \text{ mol kg}^{-1}) | \text{H}_2(p_1)$ ，则电池①的电动势 E_1 和电池②的电动势 E_2 的关系是_____。

8、在NaOH溶液中用HCHO还原HAuCl₄溶液制备了Au溶胶，反应如下： $\text{HAuCl}_4 + 5 \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAuO}_2 + 4 \text{NaCl} + 3 \text{H}_2\text{O}$ ， $2 \text{NaAuO}_2 + 3 \text{HCHO} + \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{Au(s)} + 3 \text{HCOONa} + 2 \text{H}_2\text{O}$ ，则该金溶胶的胶团结构式为_____。

二、单选题（每题2分，共20分）

1、某高压容器中含有未知气体。今在298 K时，取出一些样品，从5 dm³绝热可逆膨胀到6 dm³ 温度降低了21 K，该容器中的气体可能是？（设振动的贡献可忽略不计）
A. 单原子气体 B. 双原子气体 C. 三原子气体 D. 条件不足，无法判断

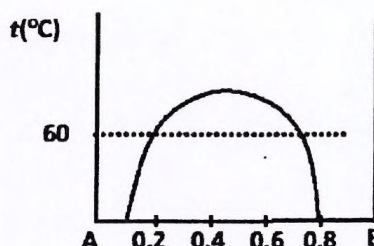
2、图示的隔离系统中间是导热壁，右边容积是左边容积的2倍，不抽掉隔板达平衡后的ΔS与抽掉隔板达平衡后的ΔS相比有



- A. 前者大
B. 后者大
C. 一样大
D. 条件不足，无法判断
- 3、粒子零点能的选取对以下热力学函数没有影响的是
A. U B. H C. F D. S

4、一定温度、压力下，由等摩尔A和B形成理想液态混合物，液体A的饱和蒸气压是液体B的饱和蒸气压的3倍，气液平衡时，气相中摩尔分数之比 $y_A:y_B$ 是

- A. 3:1 B. 4:1 C. 6:1 D. 8:1
- 5、图示是A、B部分互溶双液系统的相图，当 $t = 60^\circ\text{C}$ 时，1 mol B与9 mol A混合，然后一边搅拌一边不断地向体系加入B，直到加入81 mol B为止，整个过程中发生的现象是



- A. 溶液由清变混 B. 溶液由混变清
C. 溶液由清变混，后又变清
D. 溶液由混变清，后又变混
- 6、葡萄糖稀水溶液和蔗糖稀水溶液凝固时都只析出纯冰，由此可以断定
A. 这两种溶液的凝固点降低常数不同
B. 两种溶液的溶质的质量分数相同时，其凝固点也相同
C. 两种溶液的凝固点相同时，其沸点也相同
D. 两种溶液的凝固点相同时，其溶质的化学势也相同
- 7、可逆反应 $\text{M} + \text{B(s)} \rightleftharpoons \text{N}$ 达到平衡后，无论加压或降温，B的转化率都增大，则以下结论正确的是
A. M为气体，N为固体，正反应是放热反应
B. M为固体，N为气体，正反应是放热反应
C. M为气体，N为固体，正反应是吸热反应
D. M、N均为气体，正反应是吸热反应

8、某一气相反应 $\text{A(g)} \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} \text{B(g)} + \text{C(g)}$ ，已知298 K时， $k_1 = 0.21 \text{ s}^{-1}$ ， $k_{-1} = 5 \times 10^{-9} \text{ Pa}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ，当温度由298 K升到310 K时，其 k_1 和 k_{-1} 的值均增加一倍，则正反应的实验活化能 $E_{a,1}$ 和逆反应的实验活化能 $E_{a,-2}$ 相比有？（气体均视为理想气体）

- A. $E_{a,1} = E_{a,-2}$ B. $E_{a,1} > E_{a,-2}$ C. $E_{a,1} < E_{a,-2}$ D. 条件不足，无法判断
- 9、298 K时，在电池 $\text{Pt} | \text{H}_2(p^\ominus) | \text{H}^+(a = 1) || \text{CuSO}_4(0.01 \text{ mol kg}^{-1}) | \text{Cu(s)}$ 右边的溶液中通

入 NH_3 , 电池电动势将

- A. 升高 B. 降低 C. 不变 D. 条件不足, 无法判断

10、图示左细右粗的一根玻璃毛细管中有一段水柱, 在右侧液体中加入少量 NaCl 水溶液, 液柱将如何移动?

- A. 左移 B. 右移 C. 不移动 D. 条件不足, 无法判断



三、热力学 (20 分)

Otto 循环是内燃机热力循环的一种。它的一个循环包含以下过程:

①由 $A \rightarrow B$, 绝热可逆压缩, ②由 $B \rightarrow C$, 可逆恒容升压, ③由 $C \rightarrow D$, 绝热可逆膨胀, ④由 $D \rightarrow A$, 可逆恒容降压。现以 1 mol 空气为工作物质, 且假设其为理想气体。已知在状态 A

有 $V_A = 4 \text{ dm}^3$, $p_A = 100 \text{ kPa}$, $T_A = 300 \text{ K}$, 且 $V_A = 10 V_B$, $p_C / p_B = 5$, $C_{p,m} = \frac{7}{2} R$, 请对以下

问题作答:

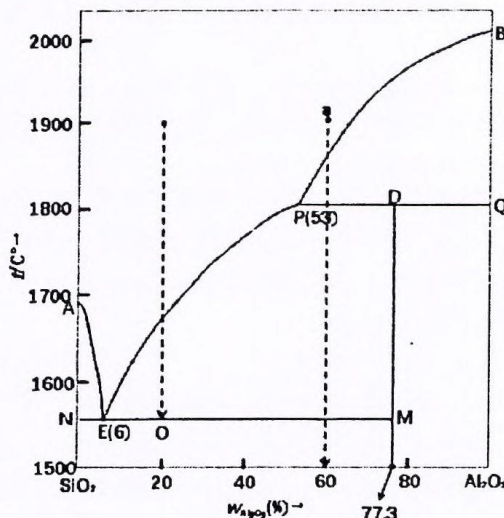
- (1) 画出 Otto 循环的 $p-V$ 示意图和对应的 $T-S$ 图, 并指出 $T-S$ 图中的放热区和吸热区;
- (2) 计算出①、②、③、④每个过程的系统熵变和环境熵变;
- (3) 计算出 Otto 循环的热机效率, 设热量全部由过程②提供。

四、相平衡 (20 分)

$\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 的凝聚态相图如图所示。

已知 SiO_2 和 Al_2O_3 的相对摩尔质量分别为 60 和 102。

- (1) 试确定图中 D 点化合物的分子式;
- (2) 写出图中 E 点表示的共晶反应和 P 点表示的包晶反应的反应表达式;
- (3) 画出 Al_2O_3 含量为 60% 的熔体从 $1900 \text{ }^\circ\text{C}$ (a 点) 冷却到 $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ 的步冷曲线示意图;
- (4) 计算 200 g 含 20% 的 Al_2O_3 的熔体冷却刚到共晶温度时共存各相的质量。



五、电化学 (20 分)

氢电极是电化学系统中选择参考电势的基础, 但实际使用不方便。

现以醌氢醌电极 (醌氢醌 $Q \cdot \text{QH}_2$) 是醌 ($\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 = Q$) 和氢醌 ($\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2\text{H}_2 = \text{QH}_2$) 的复合物, 其中 Q 和 QH_2 的质量摩尔浓度彼此相等且活度系数相等) 代替氢电极, 设计电池 $\text{Hg}(s) | \text{Hg}_2\text{Cl}_2(s) | \text{HCl}(aq) | Q \cdot \text{QH}_2(aq) | \text{Au}(s)$, 测得 298 K 时其电池电势为 0.190 V 。(已知

298 K 时, $\varphi_{\text{Cl}^- | \text{Hg}_2\text{Cl}_2 | \text{Hg}}^\ominus = 0.2676 \text{ V}$, $\varphi_{\text{QH}_2 | Q}^\ominus = 0.6994 \text{ V}$)

- (1) 写出有 2 个电子得失的电极反应与电池反应;
- (2) 计算 HCl 溶液的 pH 值 (设 $\gamma_{\text{H}^+} = \gamma_{\text{Cl}^-}$)。

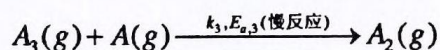
六、化学平衡 (20 分)

在 $884 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 p^\ominus 下, 将 $5.62 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 的 K_2CO_3 、 $11.10 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 的 CaCO_3 置于纯 CO_2 气氛中共热。达到平衡时, 凝聚相中有纯固态 CaO , 以及 CaCO_3 与 K_2CO_3 形成的液态熔盐, 冷却后称重发现凝聚相失重 0.175 g 。

- (1) 试求液态熔盐中 CaCO_3 的摩尔分数;
- (2) 已知反应 $\text{CaCO}_3(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 在 884°C 下的标准平衡常数 $K^\ominus = 3.68$, 若以纯 CaCO_3 为参考态, 试求液态熔盐中 CaCO_3 的活度及活度系数;
- (3) 若上述反应在 934°C 下的标准平衡常数 $K^\ominus = 5.72$, 设此温度范围内反应的 $\Delta C_p = 0$, 则反应的焓变 $\Delta_r H_m^\ominus$ 和熵变 $\Delta_r S_m^\ominus$ 各为多少?

七、动力学(20分) 实验测出反应 $2\text{A}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{A}_2(\text{g})$ 的速率方程为: $\frac{dc_{\text{A}_2}}{dt} = k \cdot \frac{c_{\text{A}_3}^2}{c_{\text{A}_2}}$,

有人提出该反应的机理如下: $\text{A}_3(\text{g}) \xrightleftharpoons[k_2, E_{a,2}(\text{快反应})]{k_1, E_{a,1}(\text{快反应})} \text{A}_2(\text{g}) + \text{A}(\text{g})$



已知: $k_1 / \text{s}^{-1} = 4.60 \times 10^{15} \exp(-1.00 \times 10^5 / RT)$

$k_2 / \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 6.00 \times 10^{10} \exp(-2.51 \times 10^3 / RT)$

$k_3 / \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 2.96 \times 10^7 \exp(-2.51 \times 10^4 / RT)$

- (1) 根据上述反应机理, 引入合理的近似假设, 导出总包反应的速率方程;
- (2) 计算总包反应的表现活化能 E_a 和指前因子 A ;

八、统计热力学(10分) 在 300K 时, 已知 F 原子的电子配分函数 $q_e = 4.288$, 试求:

- (1) 标准压力下的总配分函数 (忽略核配分函数的贡献)。
- (2) 标准压力下的摩尔熵值。已知 F 原子的摩尔质量为 $M = 18.998 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

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： **¥268.00元**

卖家联系方式：

微信扫码加卖家好友：

