

2025 年硕士生入学考试初试自命题科目考试大纲

801 物理化学与工程热力学考试大纲

一、考试基本要求及适用范围概述

物理化学作为化学学科的一个分支,是从化学现象和物理现象的联系去寻找化学变化规律的学科,用物理的理论及实验方法来研究化学的一般理论问题。主要包括两方面的内容:一、化学热力学;二、化学动力学。学习物理化学对以后学习专业课程打下坚实的理论基础。物理化学研究化学反应遵循的基本原理,是整个化学科学的理论基础。学生应该掌握有关化学反应的方向和限度、化学反应的能量改变、化学反应的平衡组成、多相平衡体系及界面特征、电化学反应与平衡、化学反应的机理和速率等方面的知识。

工程热力学是研究热能和其它形式能量(特别是机械能)相互转换规律以及提高能量利用经济性的一门学科。工程热力学阐明了能量转换利用过程中的普遍规律与限制、过程与循环分析方法及提高能量利用效率的途径,焓、能量品质等概念的提出与发展还使其对能源的直接利用也具有了指导意义。主要考察学生对热力学的基本概念和基本定律的理解和掌握,运用这些规律进行热力过程和热力循环的分析与计算能力。掌握热力过程和热力循环基本分析方法。要求考生既要掌握热力过程和热力循环基本分析方法和热力学的基本定律,又应具备一定的综合分析、解决能量转换,提高能量利用率。

本课程考试适用于应用化学、化学工程与工艺、工业催化、食品科学与工程、热能工程、过程装备与控制工程、测控技术与仪器等专业。

二、考试形式

硕士研究生入学物理化学与工程热力学考试为闭卷,笔试,考试时间为 180 分钟,本试卷满分为 150 分,其中物理化学约占比 70%,工程热力学约占比 30%。

试卷结构(题型): 选择题、判断题、填空题、名词解释、简答题、证明题、作图题、计算题等。

三、考试内容

● 物理化学部分

内容分布

1、热力学第一定律及热化学	约 10%
2、热力学第二定律	约 10%
3、多组分系统热力学（溶液）	约 5%
4、化学平衡	约 10%
5、相平衡	约 10%
6、电化学	约 10%
7、表面现象	约 10%
8、化学动力学	约 5%

具体知识点

（一）绪论

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有：

- (1)、学习物理化学的基本方法。
- (2)、理想气体的状态方程和理想气体混合物的性质。
- (3)、道尔顿分压定律和阿马格分体积定律。

2、要求了解的内容有：

- (1)、物理化学的基本概略。
- (2)、真实气体状态方程及真实气体的性质。

（二）热力学第一定律

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有：

- (1)、系统与环境、性质与状态、过程与途径、热力学平衡态和热和功等基本概念，状态函数及数学特征。
- (2)、内能和焓的物理意义。
- (3)、理想气体的内能和焓的特征，熟练掌握理想气体简单状态变化过程热效应和体积功的计算。

2、要求了解的内容有：

- (1)、热力学第一定律。
- (2)、热力学第一定律的表述，熟练掌握封闭体系热力学第一定律的数学表达式。

（三）热力学第二定律

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有：

- (1)、可逆过程和自发过程的概念及意义，卡诺循环和卡诺定理以及在第二定律建立过程中的作用，准确理解热力学第二定律的两种表述。

(2)、克劳修斯不等式及熵增原理和熵判据, 熟练掌握理想气体简单 PVT 变化过程熵变的计算方法。

(3)、 ΔA 和 ΔG 的计算方法。

(4)、理解吉布斯方程的使用条件, 熟悉麦克斯韦关系及重要的热力学关系式, 掌握用可测量代换不可测量的处理方法。

2、要求了解的内容有:

(1)、熵函数的导出方法, 理解熵变的定义。

(2)、了解亥姆霍兹函数和吉布斯函数的定义, 作为过程自发进行方向和限度判据的条件。

(四) 多组分系统热力学

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有:

(1)、广义化学势及影响化学势的因素。

(2)、理想气体的化学势的表示方法和标准态的规定。

(3)、拉乌尔定律和亨利定律的表述, 熟练掌握有关计算。

(4)、掌握理想溶液的定义、各组分化学势的表示式及标准态规定, 掌握理想溶液的混合热力学性质, 稀溶液的依数性公式的导出, 熟练掌握其相关计算。

2、要求了解的内容有:

(1)、偏摩尔量与化学势的定义及物理意义, 利用化学势处理平衡问题的一般步骤, 热力学关系式在多组分体系中的扩展。

(2)、多组分系统组成的表示方法 (量分数、物质 B 的质量分数、物质 B 的物质的量浓度、物质 B 的质量摩尔浓度)。

(3)、了解非理想气体的化学势的表达式及标准态规定。

(4)、理想稀溶液中各组分的化学势的表示及标准态规定。

(五) 化学平衡

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有:

(1)、化学反应反应进度的定义, 掌握标准摩尔反应焓、标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓、键焓的定义的数据获取方法, 能熟练地应用标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓及键焓数据计算化学反应的标准摩尔反应焓, 理解基尔霍夫公式的导出方法, 掌握反应摩尔焓变与温度的关系, 并能计算非等温条件下的摩尔反应焓。

(2)、热力学第三定律的表述, 理解物质的规定熵和标准熵并能熟练地用标准熵计算标准摩尔反应熵, 掌握反应摩尔熵与温度的关系。

(3)、理解化学反应的方向和平衡的化学势判据, 掌握化学反应等温方程式, 掌握标准平衡常数的定义及标准平衡常数的热力学计算方法, 熟练掌握化学平衡的相关计算。

(4)、影响化学平衡的各种 (温度、压力、惰性气体) 因素, 能定性讨论影响结果并作定量计算。

2、要求了解的内容有:

(1)、多相平衡及平衡常数的表示方法,理解分解压力、分解温度的定义及掌握相关的计算。

(2)、了解各实验平衡常数的表示法及与标准平衡常数的相互换算。

(六) 相平衡

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有:

(1)、理解相、相变、相变焓的概念,掌握相变焓的计算原则和方法;掌握可逆相变过程和不可逆相变过程的相变熵的计算方法,相变熵与温度的关系及相变过程的自发性判据。

(2)、相、自由度、独立组分数概念及定义,了解相律的推导方法,并能应用相律对相图进行分析或预测相分离特点。

(3)、用克拉佩龙、克拉佩龙-克劳修斯方程计算纯物质的两相平衡的 T, P 关系。

(4)、掌握杠杆规则,应用于平衡两相数量的计算,掌握固相完全不互溶、固相部分互溶、固相完全互溶体系的固液平衡相图分析及分离特点。

2、要求了解的内容有:

(1)、了解克拉佩龙方程的导出方法,了解单组分系统相图(以水为例)的特点。

(2)、了解二组分系统的固液平衡相图的绘制方法:热分析法。

(七) 电化学

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有:

(1)、电解质溶液的平均活度和平均活度系数的定义,能用德拜-休克尔公式计算稀溶液中电解质离子的平均活度系数。

(2)、可逆电池的热力学特征及研究意义。

(3)、掌握电池的图示,电极电势符号的规约,根据电池的图示写出电极反应和电池反应。掌握由可逆电池电动势计算电池反应的热力学函数和标准平衡常数等。

(4)、熟练掌握电池电动势的热力学计算方法。

2、要求了解的内容有:

(1)、了解电解质溶液的导电机理,理解法拉第定律。

(2)、了解电解质溶液的电导、电导率、摩尔电导率的定义、相互关系、影响因素、测定方法及应用,了解离子迁移数的定义、测定方法及应用。

(3)了解电解质离子的平均活度系数的实验测定方法,了解电解质离子的平均活度系数与离子强度的关系。

(4)了解电化学系统,了解电池电动势产生的机理及电动势的测定方法;了解浓差电池、了解液体接界电势产生的原因及消除方法。

(八) 界面现象

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有:

(1)、表面吉布斯函数的物理意义,理解表面张力的概念及影响表面张力的因素,

了解纯液体表面热力学基本方程及应用。

(2)、拉普拉斯公式和弯曲液面平衡蒸汽压的计算公式。

(3)、掌握吉布斯吸附等温式并应用于计算表面过剩量和吸附分子截面积。

(4)、朗格缪尔吸附等温式。

2、要求了解的内容有：

(1)、了解弯曲液面的附加压力产生的原因，了解铺展与润湿的热力学判据及应用，了解毛细现象产生的原因。

(2)、了解溶液界面吸附的现象及产生原因，了解表面活性剂的结构特征，表面活性剂界面吸附和形成胶束的特征。

(3)、了解固体的表面吸附现象及产生原因，了解两类吸附的异同，了解弗罗因德利希吸附等温式，了解朗格缪尔等温吸附理论。

(九) 化学动力学

1、要求深刻掌握与理解的重点内容有：

(1)、化学反应速率的定义，基元反应和复杂反应机理差异，能由质量作用定律得出基元反应的速率方程。

(2)、简单级数反应速率方程的微分式和积分形式，能熟练地运用于计算反应速率常数反应的半衰期及不同时刻的转化率或浓度。

(3)、理解阿累尼乌斯公式的各种表达形式，并能熟练地进行温度对反应速率影响的相关计算，理解活化能的定义及物理意义。

(4)、表观速率方程的参数确定的各种方法：微分法、积分法、半衰期法。

2、要求了解的内容有：

(1)、了解反应速率的实验测定，典型复杂反应（对峙反应、平行反应、连串反应）的速率方程及动力学处理方法，了解复杂反应机理近似处理的原则，掌握稳态近似法和平衡态近似法处理复杂反应机理并导出速率方程。

(2)、了解链式反应的基本特征，能由稳态近似导出速率方程。

● 工程热力学部分

内容分布

- | | |
|--------------------------------------|------|
| 1、基本概念及定义 | 约 5% |
| 2、热力学第一定律（和物理化学重复，不再单独命题） | |
| 3、气体和蒸汽的性质 | 约 5% |
| 4、理想气体混合物及湿空气（理想气体混合物和物理化学重复，不再单独命题） | 约 5% |
| 5、气体与蒸汽的基本热力过程、流动及动力循环 | 约 5% |

- 6、实际气体的性质及热力学一般关系式 约 5%
- 7、热力学第二定律（和物理化学部分重复，个别特有概念会单独考察） 约 5%
- 8、化学热力学基础（和物理化学重复，不用单独命题）

具体知识点

（一）基本概念及定义

- 1.1 热力系统
- 1.2 工质的热力学状态及其基本状态参数
- 1.3 热力学能和焓
- 1.4 平衡状态、状态方程式、坐标图
- 1.5 工质的状态变化过程
- 1.6 过程功和热量
- 1.7 热力循环

（二）热力学第一定律

- 2.1 热力学第一定律及其基本能量方程式
- 2.2 开口系统能量方程式

（三）气体和蒸汽的性质

- 3.1 理想气体的概念
- 3.2 理想气体的比热容
- 3.3 理想气体的热力学能、焓和熵
- 3.4 水蒸气的饱和状态和相图
- 3.5 水的汽化过程和临界点
- 3.6 水和水蒸气的状态参数及热力性质图表
- 3.7 水及水蒸气热力性质程序简介

（四）理想气体混合物及湿空气

- 4.1 理想气体混合物
- 4.2 理想气体混合物的比热容、热力学能、焓和熵
- 4.3 湿空气
- 4.4 湿空气的状态参数
- 4.5 湿球温度和绝热饱和温度
- 4.6 湿空气的焓-湿图

（五）气体和蒸汽的基本热力过程

- 5.1 理想气体的可逆多变过程

5.2 定容过程、定压过程和定温过程

5.3 绝热过程

5.4 理想气体热力过程综合分析

(六) 热力学第二定律

6.1 热力学第二定律概述

6.2 卡诺循环和多热源可逆循环分析

6.3 卡诺定理

6.4 熵、热力学第二定律的数学表达式

6.5 熵方程

6.6 孤立系统熵增原理

6.7 焓参数的基本概念 热量焓

6.8 能量贬值原理

6.9 平衡方程

(七) 气体与蒸汽的流动

7.1 稳定流动的基本方程式

7.2 促使流速改变的条件

7.3 喷管的计算

7.4 有摩阻的绝热流动

7.5 绝热节流

7.6 湿空气的热力过程

(八) 压气机的热力过程

8.1 单级活塞式压气机的工作原理和理论耗功量

8.2 余隙容积的影响

8.3 多级压缩和级间冷却

8.4 叶轮式压气机的工作原理

(九) 气体动力循环

9.1 分析动力循环的一般方法

9.2 活塞式内燃机实际循环的简化

9.3 活塞式内燃机的理想循环

9.4 活塞式内燃机各种理想循环的热力学比较

9.5 燃气轮机装置循环

9.6 提高燃气轮机装置循环热效率的措施

(十) 蒸汽动力装置循环

10.1 简单蒸汽动力装置循环——朗肯循环

10.2 再热循环

10.3 回热循环

(十一) 制冷循环

11.1 概述

11.2 压缩空气制冷循环

11.3 压缩蒸气制冷循环

11.4 制冷剂的性质

11.5 其他制冷循环

11.6 热泵循环

(十二) 实际气体的性质及热力学一般关系式

12.1 理想气体状态方程用于实际气体的偏差

12.2 范德瓦耳斯方程和 R-K 方程

12.3 对应态原理与通用压缩因子图

12.4 维里方程

12.5 麦克斯韦关系和热系数

12.6 热力学能、焓和熵的一般关系式

12.7 比热容的一般关系式

(十三) 化学热力学基础

13.1 概述

13.2 热力学第一定律解析式

13.3 赫斯定律和基尔霍夫定律

13.4 绝热理论燃烧温度

13.5 化学平衡和平衡常数

13.6 平衡移动原理

13.7 化学反应方向判据及平衡条件

13.8 反应自由焓和等温等压反应的平衡常数

四、考试要求

硕士研究生入学考试科目《物理化学与工程热力学》为闭卷，笔试，考试时间为180分钟，本试卷满分为150分。试卷务必书写清楚、符号和西文字母运用得当。答案必须写在答题纸上，写在试题纸上无效。

五、主要参考教材（参考书目）

- 1、《物理化学简明教程》（2007年8月第四版），印永嘉、奚正楷、张树永编著，高等教育出版社
- 2、《物理化学简明教程》（2023年11月第五版），印永嘉、奚正楷、张树永编著，中国教育出版传媒集团、高等教育出版社

- 3、《物理化学简明教程例题与习题》（第二版），印永嘉、王雪琳、奚正楷编，高等教育出版社
- 4、《工程热力学》（第五版），沈维道、童钧耕主编，高等教育出版社
- 5、《工程热力学》（第六版），童钧耕、王立伟、叶强编著，高等教育出版社
- 6、《工程热力学学习辅导与习题解答》（第四版），童钧耕主编，高等教育出版社