

物理化学教学大纲

一、课程基本信息

课程中文名称:	物理化学
课程英文名称:	Physical Chemistry
课程类别:	必修
适用专业:	自动化实验班本科专业
开课学期:	秋
总学时:	64学时=56学时理论课 + 8学时实验课
总学分:	3.0
预修课程:	大学化学, 高等数学
课程简介:	物理化学是化学学科中的一个重要学科, 它借助数学、物理学等基础科学的理论及其提供的实验手段, 研究化学科学中的原理和方法, 研究化学体系行为最一般的宏观、微观规律和理论的学科, 是化学的理论基础。
建议教材:	张丽丹等编写,《物理化学简明教程》, 第一版, 高等教育出版社.2011年
参考书:	1、刘俊吉等编写,《物理化学》上、下册, 第五版, 高等教育出版社.2005年 2、北京化工大学编,《物理化学例题与习题》, 第二版, 化学工业出版社.2005年 3、P.W.Atkins.《Physical Chemistry》Seventh ed.Oxford University Press, 1991年 4、R.A.Alberty《Physical Chemistry》Fifth ed .John Wiley & Sons,Inc. 1979年

二、课程教育目标

1. 通过物理化学的学习使学生掌握物理化学的**基本内容、基本知识**, 更需注意**方法的学习**, 努力去**实践**。这几个要点互相渗透, 相辅相成, 有正确的研究与学习方法, 才能更好的掌握理论的基本内容与知识, 并指导实践, 学习中坚持理论与实践相结合, 才能更深刻的理解与运用理论, 并在解决实际实际问题中, 掌握理论和方法, 培养创新能力。
2. 学会用数学、物理的原理解决热力学证明题的推演及其计算。
3. 本课程除了一般的科学研究方法, 还有课程自身特有的理论方法: 热力学方法、量子力学方法及统计热力学方法。自动化专业只学习热力学方法。
4. 掌握物理化学在热力学归纳演绎中状态函数法、极值法、偏离理想的模型法(如为研究实际气体PVT行为提出理想气体的模型, 引出压缩因子的概念, 为研究实际液态混合物气-液平衡规律, 而提出理想液态混合物的模型, 引出活度的概念等)。化学动力学中有研究简单级数反应的线性方法, 研究复合反应动力学的稳态近似法和平衡近似等。
5. 学会物理化学中采用了反映物质的性质随某些变量发生变化的规律的三种方法:
 - (1) 数据列表法: 通过列表显示物理量之间的关系(例: H₂O在不同温度下蒸汽压数据表)
 - (2) 图形法: 用曲线或直线表示物理量之间的变化规律(水的气-液平衡p-T图)
 - (3) 解析式法: 用数学方程式总结出物理量之间的变化规律(Clapeyron-Clasusius方程)

三、理论教学内容与要求

第一章 绪论及物质的 pVT 性质 (4 学时)

一、本章基本要求

- 掌握理想气体状态方程
- 掌握理想气体的宏观定义及微观模型•掌握分压、分体积概念及计算。
- 理解真实气体与理想气体的偏差、临界现象。
- 掌握饱和蒸气压概念
- 理解范德华状态方程、对应状态原理和压缩因子图，了解对比状态方程及其它真实气体方程。

二、教学内容

1、理想气体及状态方程。

分压定律、分体积定律。

2、真实气体

真实气体与理想气体的偏差、范德华方程.真实气体的液化(CO_2 的 p - V 图)、临界现象、临界参数。

3、对应状态原理及压缩因子图

对比参数、对应状态原理。

用压缩因子图进行普遍化计算。

三、介绍本章理论知识在科研及前沿领域的应用实例。

第二章 热力学第一定律 (8 学时)

一、本章基本要求

- 理解系统与环境、状态、过程、状态函数与途径函数等基本概念，了解可逆过程的概念。
- 掌握热力学第一定律文字表述和数学表达式。
- 理解功、热、热力学能、焓、热容、摩尔相变焓、标准摩尔反应焓、标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓等概念。
- 掌握热力学第一定律在纯 p 、 V 、 T 变化、在相变化及化学变化中的应用，掌握计算各种过程的功、热、热力学能变、焓变的方法。

二、教学内容

1、基本概念及术语

系统、环境、性质、状态、状态函数、平衡态、过程、途径。

2、热力学第一定律

功、热、热力学能，热力学第一定律。

等容热、等压热、焓。

3、可逆过程体积功的计算

可逆过程.等温可逆过程与绝热可逆过程功的计算。

4、热容

平均热容、真热容。定压摩尔热容、定容摩尔热容。

$C_{p,m}$ 与 $C_{v,m}$ 的关系。

5、热力学第一定律对理想气体的应用

焦耳实验，理想气体的热力学能与焓，理想气体的热容差，理想气体的等温、等压、等容与绝热过程。

6、相变焓

7、准摩尔反应焓

反应进度，标准态，标准摩尔反应焓，标准摩尔生成焓及标准摩尔燃烧焓.标准摩尔反应焓与温度的关系。

8、热力学第一定律对实际气体的应用

实际气体的热性能与焓

焦耳--汤姆生效应、节流系数。

三、介绍本章理论知识在科研及前沿领域的应用实例。

第三章 热力学第二定律（8学时）

一、本章基本要求

- 理解自发过程、卡诺循环、卡诺定理。
- 掌握热力学第二定律的文字表述和数学表达式。
- 理解熵、亥姆霍兹函数、吉布斯函数定义；掌握熵增原理、熵判据、亥姆霍兹函数判据、吉布斯函数判据。
- 掌握物质纯 pVT 变化、相变化中熵、亥姆霍兹函数、吉布斯函数的计算及热力学第二定律的应用。
- 掌握主要热力学公式的推导和适用条件。
- 掌握热力学基本方程和麦克斯韦关系式；理解推导热力学公式的演绎方法。
- 理解克拉佩龙方程、克劳修斯——克拉佩龙方程，掌握其计算。

二、教学内容

1、热力学第二定律

自发过程的共同特征，热力学第二定律的文字表述。

卡诺循环及卡诺定理，热力学第二定律的数学表达式，熵增原理及熵判据。

2、熵变计算

简单 p 、 V 、 T 变化过程的熵变。

可逆相变与不可逆相变，相变过程的熵变。

3、热力学第三定律

热力学第三定律，规定熵、标准熵。化学反应熵变的计算。

4、亥姆霍兹函数与吉布斯函数的定义，等温等容过程与等温等压过程方向的判据，亥姆霍兹函数与吉布斯函数变化的计算。

5、热力学基本方程和麦克斯韦关系式

热力学基本方程，麦克斯韦关系式。

证明热力学等式的一般方法。（简单介绍）

6、热力学第二定律应用举例

--克拉佩龙方程和克劳修斯-克拉佩龙方程。

三、介绍本章理论知识在科研及前沿领域的应用实例。

第四章 多组分系统热力学（6学时）

一、本章基本要求

- 了解混合物与溶液的区别，会各种组成表示之间的换算。
- 理解拉乌尔定律、亨利定律，掌握其有关计算。
- 了解稀溶液的依数性，并理解其应用。
- 理解偏摩尔量及化学势的概念。了解化学势判别式的使用。
- 理解理想液态混合物的定义，理解混合性质。
- 了解理想气体、真实气体、理想液态混合物、理想稀溶液中各组分化学势的表达式。
- 理解逸度的定义，了解逸度的计算。
- 理解活度及活度系数的概念。了解真实理想液态混合物。

二、教学内容

1、拉乌尔定律与亨利定律

2、偏摩尔量与化学势

偏摩尔体积及其它偏摩尔量.吉布斯--杜亥姆方程。

化学势，理想气体化学势，真实气体的化学势。

3、理想液态混合物

理想液态混合物中任一组分的化学势，理想液态混合物的混合性质。

4、理想稀溶液

溶剂、溶质的化学势。分配定律。

稀溶液的依数性(蒸气压下降，凝固点降低，沸点升高，渗透压)。

*5、逸度与逸度系数

逸度及逸度系数概念。

*6、活度及活度系数

真实液态混合物。

三、介绍本章理论知识在科研及前沿领域的应用实例。

第五章 化学平衡（6学时）

一、本章基本要求

- 了解热力学第三定律，规定熵、标准熵，理解标准摩尔反应熵定义及计算。
- 理解摩尔反应吉布斯函数、标准摩尔反应吉布斯函数、标准摩尔生成吉布斯函数定义及应用。
- 了解化学反应过程的推动力。
- 掌握标准平衡常数的定义。理解等温方程和范特霍夫方程的推导及应用。
- 掌握用热力学数据计算平衡常数及平衡组成的方法判断在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。
- 了解真实气体化学平衡及溶液中的化学平衡。

二、教学内容

1、化学反应的方向和限度

反应的吉布斯函数变化，化学反应平衡的条件.标准平衡常数的导出，化学反应等温方程式。

2、理想气体反应的平衡常数

标准平衡常数的性质， K^\ominus 、 K_p 、 K_c^\ominus 、 K_y 、 K_n 的关系，平衡常数及平衡组成的计算。

3、有纯态凝聚相参加的理想气体反应

标准平衡常数的表示式，分解压力与分解温度。

4、标准摩尔反应吉布斯函数 $\Delta_r G_m^\ominus$ ， $\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K^\ominus$ ，标准摩尔生成吉布斯函数， $\Delta_f G_m^\ominus$ 、 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的计算。

5、温度对标准平衡常数的影响

吉布斯-亥姆霍兹方程，范特霍夫方程，不同温度下平衡常数的求算。

6、其它因素(浓度、压力、惰性组分)对平衡的影响

*7.同时平衡

三、介绍本章理论知识在科研及前沿领域的应用实例。

第六章 相平衡（10学时）

一、本章基本要求

- 理解相律的意义、推导，掌握其应用。
- 掌握单组分系统、二组分气—液平衡系统和二组分凝聚系统典型相图的分析和应用。

- 掌握用杠杆规则进行分析与计算。
- 了解由实验数据绘制简单相图的方法。

二、教学内容

1、相律

相、组分数、自由度，相律的推导。

2、单组分系统相平衡

水的相图。

3、两组分液态完全互溶系统的气-液平衡

理想液态混合物的 $p-x$ 图、 $T-x$ 图，杠杆规则。

真实液态混合物的 $p-x$ 图、 $T-x$ 图，恒沸混合物，精馏原理。

4、两组分液态部分互溶系统气-液平衡

部分互溶系统的温度-溶解度图。

部分互溶系统的气-液平衡相图($T-x$ 图)。

5、两组分液态完全不互溶系统的气-液平衡 $T-x$ 图， $p-T$ 图，水蒸汽蒸馏

6、两组分系统的液-固平衡

两组分固态不互溶凝聚系统相图（生成低共熔混合物的相图，水盐系统相图）。

生成化合物(稳定、不稳定)的凝聚系统相图。

两组分固态互溶(完全互溶、部分互溶)系统的相图。

热分析法及步冷曲线、溶解度法。

三、介绍本章理论知识在科研及前沿领域的应用实例。

第七章 化学动力学基础（12 学时）

一、本章基本要求

- 理解化学反应速率、理解基元反应及反应分子数的概念。
- 反应速率常数以及反应级数的概念。
- 掌握通过实验确立速率方程的方法。
- 掌握一级、二级、 n 级反应的速率方程及其应用。
- 了解典型复杂反应的特征。
- 了解处理对行反应、平行反应和连串反应的动力学方法。
- 理解定态近似法、平衡态近似法及速率决定步骤等处理复杂反应的近似方法。
- 理解阿累尼乌斯方程的意义，并掌握其应用。理解活化能及指前因子的意义。

二、教学内容

1、化学反应的速率

反应速率的表示方法及实验测定。

2、化学反应的速率方程（微分式）

基元反应，基元反应的速率方程--质量作用定律，反应分子数。

速率方程的一般形式.反应级数。

速率常数。

3、速率方程的积分式

零级、一级、二级及 n 级反应的特点.半衰期。

4、速率方程的确定

微分方法，积分法，半衰期法。

5、温度对反应速率的影响

阿累尼乌斯公式，活化能。

6、复杂反应

对行反应，平行反应、连串反应、链反应的反应机理及速率方程。

三、介绍本章理论知识在科研及前沿领域的应用实例。

章	内容	学时
第一章	绪论及物质的 pVT 行为	4
第二章	热力学第一定律	8
第三章	热力学第二定律	10
第四章	多组分系统热力学	6
第五章	化学平衡	6
第六章	相平衡	10
第七章	化学反应动力学基础	12
	实验	8
	共计学时	64
	复习考试	

四、物理化学实验

实验一：液体饱和蒸气压的测定（4 学时）

实验二： 燃烧焓的测定（4 学时）

五、作业

每两学时布置 2-3 道计算题，每周收一次作业。在教学过程中的适当的知识点进行讨论。

通过习题的练习，使学生学会化学实验数据的处理方法，学会分析问题和解决问题的能力，特别作一些科研和生产实际的数据处理，使学生了解一些科研和生产实例。

六、考核方式及成绩评定

物理化学课程学习成绩包括：

- 1、平时作业；
- 2、阶段测验；
- 3、期末考试。

三部分合计 100 分。

七、必要的说明

- 1、注“*”的小节原则上不讲。
- 2、阶段测验不占学时。

讨论课可结合查阅科研文献、书籍，了解物理化学原理在科研、生产实践中及学科前沿领域的研究中的结合点，写出读书大作业。

执笔人：张丽丹

2009 年 9 月