

## === 教学大纲 ===

## 《物理化学A》课程教学大纲

课程名称：物理化学A

学分：5 总学时：80 讲课学时：80 实验学时：0

考核方式：考试

先修课程：无机化学、高等数学等课程

适用专业：化学工程与工艺、应用化学等专业

开课系或教研室：基础化学教研室

（一）课程性质与任务

1. 课程性质：

物理化学A为化学工程与工艺专业和应用化学专业专业必修课（专业基础课）。

2. 课程任务：

物理化学是从物质的物理现象和化学现象的联系入手来探求化学变化基本规律的一门科学，在实验方法上主要是采用物理学中的方法。它对具有创新和竞争能力的于工程技术人员在整体知识结构及能力结构的培养形成与全面发展起着重要作用。

物理化学课程的任务旨在：

- 1、使学生在已经完成高等教学，大学物理、无机化学(或普通化学)、分析化学等课程学习的基础上，进一步学习有关物质的化学变化及与化学变化相关的物理变化的各种基本原理和共同规律，从而深化先修课中所有的有关理论，并为后续的有关专业基础课和专业课奠定必要的厚实理论基础。
- 2、致力于提高学生抽象思维能力和逻辑推理能力的训练和培养，使之学会提出，分析和解决在物理化学及相关学科中的问题，并具备进行必要的物理化学及其外延学科的实验及阅读与物理化学相关的书刊的初步能力，为以后在各种学科交叉发展中发挥作用创造条件。
- 3、运用辩证唯物主义观点和方法，阐明物理化学的基本原理和共同规律，在教学过程中培养学生自觉地逐步地树立辩证唯物主义世界观。
- 4、贯彻课程的理论教学与实验教学并重的教学原则，加强实验操作技能的培养。通过实验学生掌握实验的基本原理，正确使用常用的物理化学仪器，受到基本测量技术的训练。
- 5、充分调动和发挥学生学习的主动性和积极性，促进学生对于物理化学的基本概念、基本原理和基本计算的理解、掌握及运用。使学生在在学习过程中学会如何学习外，养成理论联系实际的学风和严谨的科学态度。

物理化学课要求学生重点掌握热力学第一定律、第二定律、第三定律、统计热力学基础及相平衡和化学平衡、电化学、界面现象与胶体溶液、化学动力学等基本理论，掌握化学变化的方向与限度问题的解决，了解化学反应的速率和机理问题、物质结构和性能之间的关系以及统计热力学理论。

（二）课程教学基本要求

对课程教学环节的要求（包括理论课时；课堂实践、实验、上机课时；课堂实践课时的具体安排意见；绩效考核形式等）

1.本科由课堂讲授和课外辅导两个教学环节组成。

课堂讲授，以南京大学物理化学教研室傅献彩，沈文霞，姚天扬编著的《物理化学》为主要教材，要求完成不少于80个自然课时的授课，掌握重要的物理化学概念、基本定律和基本公式，熟悉处理各种物理化学问题的方法，并学会灵活运用所学知识处理实际化工生产工作中所遇到问题及实验数据的归纳和分析方法。

课外辅导的目的，在于提高学生解决实际问题的能力，通过物理化学实验课程及参与教师科研工作的工作，使学生不但能解决课本上的问题而且能够通过在实际操作训练的基础上，能对物理化学知识有较系统的概括了解。

2.教学内容的选取，包括热力学、电化学、动力学、表面现象和胶体、物质结构等部分，使学生了解物理化学的概貌。

3.考试形式为闭卷考试，题型主要为填空题、判断题、选择题、证明题、分析推理题、综合应用题、计算题等。

（三）课程教学内容

绪论

物理化学的内容、方法。它在国民经济中的作用。如何学习物理化学课程。

热力学第一定律及其应用

本章基本要求

热力学概论

热力学的内容、方法、和局限性。

体系与环境，平衡状态与状态函数，过程与途径。

热量与功

热量的定义，热容、热量的计算。

功的定义，等温过程中功的计算。

可逆过程的概念。

热力学第一定律

第一定律，内能，焓，等压热容与等容热容的关系，第一定律应用于理想气体体系（自由膨胀过程，等温过程，等压过程，等容过程，绝热过程）

焦耳-汤姆逊效应

热化学

热化学反应方程式，等压反应热与等容反应热，盖斯定律，生成热，燃烧热，溶解热与稀释热，反应热与温度的关系。

\*反应热与压力的关系。

(说明)：本章是本课程的重点之一。通过学习总的要求是通过对热力学第一定律的学习，了解热力学方法的特点，特别是要了解状态函数、准静态过程和可逆过程的概念。其次是了解热力学第一定律的一些应用，如热化学和理想气体在几种过程中功和热量的计算等。具体要求如下：

明确概念（如热力学温标，体系与环境，平衡状态，过程与途径，功与热量，内能，焓及标准生成热等）；

学会方法（首先确定体系，始态及终态和过程，然后计算 $Q$ ， $W$ 和状态函数的增量。若是不好计算则根据状态函数的增量只与始终态有关的原则可设计过程来计算）；

会计算变化过程的热效应。

了解热力学的一些基本概念、环境、状态、功、热量、变化过程等。

明确热力学第一定律和内能的概念，明确热和功只在体系与环境有能量交换时才有意义。熟知功与热正负号的取号惯例。

明确准静态过程与可逆过程的意义。

明确 $U$ 及 $H$ 都是状态函数，以及状态函数的特性。

较熟练地应用生成焓、燃烧焓来计算反应热。会应用赫斯定律和基尔霍夫定律。

了解卡诺循环的意义及理想气体在诸过程中热、功的计算。

从微观角度了解热力学第一定律的本质。

## 热力学第二定律

### 引言

第二定律的文字表述，可逆过程与不可逆过程，过程的方向性问题。

### 熵

熵的引出（可选用一种方法），第二定律的数学表达式，熵变原理，变化方向的判断，熵变的计算，熵的统计意义，热力学第三定律。

亥姆霍兹自由能（ $A$ ）和吉布斯自由能（ $G$ ）

等温（等温等容）条件下判断变化方向的公式，亥姆霍兹自由能（ $A$ ）。等温等压条件下判断变化方向的公式，吉布斯自由能（ $G$ ）。

热力学基本关系式和 $DG$ 的计算

基本关系式，麦克斯威尔关系式，自由能与温度压力的关系， $DG$ 在各种变化中的计算。

本章也为重点部分，要求达到以下几点：

明确热力学第二定律的意义，注意变化过程的方向性问题，熵的引出可以选用不同讲法，但应注意内容的科学性。了解自发变化的共同性质。

了解热力学第二定律与卡诺循环定理的联系。理解克劳修斯不等式的重要性。注意在导出熵函数的过程中，公式推导的逻辑推理。

熟记热力学函数 $U$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $A$ 、 $G$ 的定义。了解其物理意义。

明确 $DG$ 在特殊条件下的物理意义，如何利用它来判别变化的方向和平衡条件。

较熟练地计算一些简单过程中的 $DS$ ， $DH$ 和 $DG$ ，以及如何利用范霍夫等温式来判别化学变化的方向。

较熟练地运用吉布斯-亥姆霍兹公式、克拉贝内龙和克劳修斯-克拉贝龙方程式。

了解熵的统计意义。

了解热力学第三定律的内容，明确规定熵值的意义、计算及其应用。

初步了解不可逆过程热力学关于熵流和熵产生等基本内容。

## 多组分体系热力学及其在溶液中的应用

### 本章基本要求

这一章主要讲溶液的热力学（即热力学第一、第二定律在多组分体系中的一些应用）引入了依数性、理想溶液、活度、逸度、标准态、超额函数等概念，介绍了理想溶液、非理想溶液中任一组分的化学势的表示法。两个经验规律（拉乌尔定律和亨利定律）和两公式（吉布斯-杜亥姆公式和杜亥姆-马居耳公式）学习本章的具体要求是：

熟悉溶液浓度的的各种表示法及其相互关系。

什么是理想溶液，理想溶液有那些通用性。

了解拉乌尔定律和亨利定律的区别。

了解逸度和活度的概念。

了解如何表示溶液中各组分的化学势，各组分的标准态有什么不同。

了解稀溶液依数性公式的推导，以及分配定律公式的推导，了解热力学处理溶液问题的一般方法。

### 相平衡

#### 本章基本要求

掌握相，组分数和自由度的意义，熟悉相律的推导过程及其在相图中的应用，掌握杠杆规则在相图中的应用。

根据相图能绘出步冷曲线，或者根据步冷曲线能绘制简单的相图。

在双液系中以完全互溶的双液系为重点掌握 $P$ - $X$ 图和 $T$ - $X$ 图，了解蒸馏和精馏和基本原理。

在二组分液-固体体系中，以简单低共熔物的相图为重点，掌握相图的绘制及其应用。

对三组分体系，了解水盐体系相图的应用。了解相图在萃取过程中应用。

### 化学平衡

#### 本章基本要求

在本章中根据热力学的平衡条件导出化学反应等温式和平衡常数的表示式。前者用以判别化学反应的方向，后者则反应达平衡时反应体系中各物质的活度（浓度）之间的关系。根据平衡常数求出在给定条件下反应所能达到的程度。各种因素对化学平衡的影响，掌握如何计算平衡组成。具体要求是：

了解如何从平衡条件导出化学反应等温式。掌握如何使用这个公式。

掌握和区分均相和多相反应的平衡常数表示式有什么不同。

理解 $DG_m$ 的意义，如何由 $DG_m$ 估计反应的可能性。

熟悉 $K_f$ ， $K_p$ 和 $K_c$ 间的关系。

了解平衡常数与温度，压力的关系和惰性气体对平衡组成的影响，并掌握其计算方法。

能根据标准热力学函数的表值计算平衡常数。

了解对同时平衡，反应耦合，近似计算等的处理方法。

**电解质溶液**

本章基本要求

掌握迁移数意义及常用的测定迁移数的方法。

明确电导率，摩尔电导率的意义及它们与溶液浓度的关系。熟悉离子独立移动定律及电导测定的一些应用。掌握迁移数与摩尔电导，离子迁移率之间的关系。清楚电解质的离子平均活度系数的意义及其计算方法。

了解强电解质溶液理论（主要是离子氛的概念），并会使用德拜-休克尔极限公式。

**可逆电池的电动势及其应用**

本章基本要求

熟悉并掌握电动势与DGm关系。熟悉电极电势的一套符号惯例，大致知道在教科书上或文献上还有哪些惯例。熟悉标准电极电势表的应用（包括氧化能力的估计，平衡常数的计算等）。对于所给的电池能熟练，正确地写出电极反应和电池反应并能计算其电动势。能根据简单的化学反应来设计电池。掌握温度对电动势的影响及熟悉DrHm DrSm的计算。了解电动势产生的机理及电动势测定法的一些应用。

**电解与极化作用**

本章基本要求

了解通电使体系发生化学变化即电解作用中的一些规律，熟悉对于在有电流通过电极时所发生的极化作用的原因。具体要求如下：

了解分解电压的意义。了解产生极化作用的原因。了解超电势在电解中的作用。能计算一些简单的电解分离问题。了解金属腐蚀的原因和各种防腐的方法。了解化学电源的类型及应用。

**化学动力学基础（一）**

本章基本要求

掌握等容反应速率的表示法及基元反应，反应级数等基本概念。

对于有简单级数的反应如零级，一级，二级反应，要掌握其速率公式的各种特征并能够由实验数据确定简单反应的级数，对三级反应有一般了解。

对三种典型的复杂反应（对峙反应，平等反应和连续反应）要掌握其各自的特点并能对其中比较简单的反应能写出反应速率与浓度关系的微分式。

明确温度，活化能对反应速率的影响，理解阿仑尼乌斯经验式中各项的含意，计算Ea，A，k等物理量。

掌握链反应的特点，会应用稳态近似，平衡假设等近似处理的方法。

**化学动力学基础（二）**

本章基本要求

了解化学反应动力学的碰撞，过渡态和单分子反应理论的基本内容，会计算一些简单基元反应的速率常数，并弄清几个能量的不同物理意义及相互关系。

**表面物理化学**

本章基本要求

明确表面吉布斯自由能，表面张力的概念，了解表面张力与温度的关系。明确弯曲表面的附加压力产生的原因及与曲率半径的关系，学会使用杨-拉普拉斯公式。

了解弯曲表面上的蒸气压与平面相比有何不同，学会使用Kelvin公式，会用这个基本原理来解释人工降雨，毛细凝聚等表面现象。

理解吉布斯吸附等温式的表示形式，各项的物理意义并能应用及作简单计算。

理解什么叫表面活性物质，了解它在表面上作定向排列及降低表面吉布斯自由能的情况，了解表面活性剂的大致分类及它的几种重要作用。

了解液-液，液-固界面的铺展与润湿情况，理解气-固表面的吸附本质及吸附等温线的主要类型，能解释简单的表面反应动力学，为何在不同的压力下有不同的反应级数。

**胶体分散体系和大分子溶液**

本章基本要求

了解胶体分散体系的超微不均匀性以及由此产生的胶体分散体系的动力性质，光学性质及电学性质等方面的特点，并对胶体分散体系和稳定性作重点了解。了解了大分子体系的一些特点及相对分子质量的测量方法等，具体要求如下：

了解胶体分散体系的基本特性。

了解胶体分散体系在动力性质，光学性质，电学性质等方面的特点以及如何利用这些特点对胶体进行粒度大小，带电情况等方面的研究并应用于实践。

了解溶胶在稳定性方面的特点及电解质对溶胶稳定性的影响，会判断电解质聚沉能力的大小。

了解乳状液和种类，乳化剂的作用以及在工业和日常生活中的应用。

了解大分子溶液与溶胶的异同点及聚合反应的机理。

了解什么是唐南平衡，如何较准确地用渗透压法测定电离大分子物质的相对分子质量。

了解聚合物相对分子质量的种类及其测定方法。

对天然大分子，凝胶的特点等有一个初步的概念。

（四）学时分配表

章序	内容	课时	备注	（五）教材及参考书
绪论；第二章 热力学第一定律	引言，热力学第一定律基本概念	2		教材： 《物理化学》 主编：傅献彩主编 出版社：高等教育出版社 出版或修订时间：第五版，2006.7

				参考书： 《物理化学》 主编：天津大学 物理化学教研室编者编 出版社：人民教育出版社第四版 2003.9 《物理化学解题指导》 主编：傅王普编 出版社：大连理工大学出版社 2006.2 《物理化学》 主编：范康年编 出版社：高等教育出版社 2005.6 执笔：李金辉 审核：李金辉 审定：熊道陵 日期：2013年 09 月 05 日
第二章 热力学第一定律	恒容热、恒压热和焓热容	2		
第二章 热力学第一定律	可逆过程与膨胀功， 化学反应热效应	2		
第二章 热力学第一定律	热效应与温度的关系，非恒温反应，习题课			
第三章 热力学第三定律	自发过程及限度	2		
第三章 热力学第三定律	热力学第二定律概念，卡诺循环	2		
第三章 热力学第三定律	熵、熵变的计算，亥姆霍兹自由能及吉布斯自由能	2		
第三章 热力学第三定律	克 - 克方程，热力学第三定律，习题课	2		
第四章 多组分系统热力学及其在溶液中的应用	引言，偏摩尔量及化学势	2		
第四章 多组分系统热力学及其在溶液中的应用	稀溶液的基本定律及化学势	2		
第四章 多组分系统热力学及其在溶液中的应用	稀溶液的依数性，活度的基本概念，萃取的计算	2		
第五章 相平衡	基本概念，相律公式应用及推导	2		
第五章 相平衡	二元溶液沸点 - 组成图	2		
第五章 相平衡	简单共晶二元系相图	2		
第五章 相平衡	生成化合物二元系相图，生成固溶体二元系相图	2		
第五章 相平衡	三元相图，其他相图，习题课	2		
第六章 化学平衡	平衡常数及范特霍夫等温方程式	2		
第六章 化学平衡	吉布斯自由能变化与温度的关系	2		
第六章 化学平衡	平衡常数与温度关系，几个反应同时平衡	2		
第八章 电解质溶液	相关基本概念，法拉第电解定律	2		
第八章 电解质溶液	电解质溶液的电导、电导率、摩尔电导率	2		
第八章 电解质溶液	电解质活度及活度因子，强电解质溶液理论	2		
第九章 可逆电池的电动势及其应用	可逆电池，电极的分类	2		
第九章 可逆电池的电动势及其应用	电动势测定、写法及热力学，电极电势及应用	2		
第十章 电解与极化	分解电压和极化作用，离子析出顺序	2		
第十一章 化学动力学基础（一）	引言，质量作用定律，表示方法	2		
第十一章 化学动力学基础（一）	反应级数的测定，典型复杂反应动力学分析	2		
第十一章 化学动力学基础（一）	温度对反应速率的影响，活化能及链反应	2		
第十二章 化学动力学基础（二）	动力学模型简介，传递概念，光化学反应	2		
第十三章 表面物理化学	表面现象，表面张力与表面自由能	2		
第十三章 表面物理化学	弯曲液面附加压力，润湿现象	2		
第十三章 表面物理化学	微小颗粒的表面性质，固体对气体的吸附作用	2		
第十三章 表面物理化学	液—气界面吸附现象（吉布斯吸附等温方程式）	2		
第十三章 表面物理化学	吸附的本质，三种吸附等温式	2		
第十四章 胶体分散系统和大分子溶液	胶体的分类，胶体的通性	2		



应该了解：电解在电镀、金属精炼、电化学工业等方面的应用。

#### 第九章 表面现象

熟练掌握：表面能力与表面自由能，弯曲液面的附加压力，微小颗粒的表面性质，固体对气体吸附作用及其公式和规律。固体自溶液中的吸附，溶液表面层的吸附，表面活性物质，表面张力及固体比表面的测定。

一般掌握：润湿现象与接触角，物理吸附与化学吸附，吉布斯吸附等温方程式，固体对电解质溶液的吸附的规律。

应该了解：内聚功、粘附功和不溶物的单分子膜、特劳贝测定与希斯科夫斯基方程式。

#### 第十章 化学动力学

熟练掌握：反应速率与浓度的关系，反应级数的确定，典型复杂反应，温度对反应速率的影响，固体与气体的反应，反应速率常数及活化能的测定。

一般掌握：气体反应速率的理论，过渡状态理论，扩散在多相反应中的作用。

应该了解：光化学反应，催化作用。

#### 第十一章 胶体化学

熟练掌握：胶体分散体系特征，胶体的通性与特性，扩散双电层理论，胶团结构与溶胶的稳定性，溶胶的破坏及聚沉值测定。

一般掌握：高分子溶液，乳状液。

应该了解：胶体溶液的制备和提纯，动电电势的测定。

大纲批准： 大纲审定： 大纲制定：李金辉