

物理化学 C 课程教学大纲

课程名称: 物理化学 C/ physical chemistry C

课程代码: 04125006

课程类型: (基础/必修)

总学时数: 80 (理论学时: 68 实验或实践学时: 12)

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

开课单位: 生物与化学工程学院

适用专业: 轻化工程、生化国际专业、化工专升本专业、制药专升本专业;

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。物理化学课程是食品科学与工程、生物工程专业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, 使学生比较熟悉物理化学的理论研究规律, 牢固地掌握物理化学基础理论知识, 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一般科学方法。

二、教学内容及教学基本要求

1. 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:

- 1.1 热力学基本概念
- 1.2 热力学第一定律
- 1.3 恒容热、恒压热, 焓
- 1.4 焦耳实验, 理想气体的热力学能和焓
- 1.5 几种热效应
- 1.6 化学反应热效应和标准摩尔反应焓的计算

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。

2. 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，掌握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。

主要内容：

- 2.1 卡诺循环与卡诺定理
- 2.2 热力学第二定律、熵增原理
- 2.3 熵变的计算
- 2.4 热力学第三定律和化学变化过程熵变的计算
- 2.6 亥姆霍兹函数和吉布斯函数
- 2.7 热力学基本方程和麦克斯韦关系式

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。

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

3. 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于计算。理解理想液态混合物、理想稀溶液的概念。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：

- 3.1 多组分系统的组成表示法
- 3.2 偏摩尔量
- 3.3 化学势
- 3.4 气体及混合物中组分的化学势
- 3.5 拉乌尔定律和亨利定律
- 3.6 理想液态混合物及理想稀溶液的化学势
- 3.7 稀溶液的依数性

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于计算
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. 拉乌尔定律及亨利定律

4. 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：

- 4.1 化学反应的等温方程
- 4.2 理想气体化学反应的标准平衡常数
- 4.3 标准平衡常数的测定和计算
- 4.4 各种因素对理想气体化学平衡的影响

重点：

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

难点：

利用热力学数据计算平衡常数及平衡组成

5. 相平衡

理解和掌握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，能用热分析法、溶解度法绘制相图。

主要内容：

- 5.1 相律
- 5.2 单组分系统的相图
- 5.3 二组分理想液态混合物的气-液平衡相图
- 5.4 二组分非理想液态混合物的气-液平衡相图
- 5.5 简单二组分低共熔相图
- 5.6 生成化合物的二组分相图

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

6. 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-休克尔极限公式，理解可逆电池的概念，掌握能斯特方程，掌握电极电势和电池电动势的计算及其应用。

主要内容：

- 7.1 电解质溶液的导电机理及法拉第定律

- 7.2 离子的迁移数
- 7.3 电导、电导率、摩尔电导率
- 7.4 强电解质溶液理论
- 7.5 可逆电池和可逆电极
- 7.6 可逆电池的热力学
- 7.7 电极电势和液体接界电势
- 7.8 原电池的设计

重点:

- 1. 表征电解质溶液导电性质的物理量
- 2. 可逆电池的概念
- 3. 能斯特方程及其有关计算
- 4. 电池电动势的计算及其应用

难点:

- 1. 离子平均活度及平均活度因子的定义
- 2. 原电池的设计

7. 表面现象与胶体

理解表面张力及表面吉布斯函数的概念及其与接触角、润湿、铺展的联系，理解解拉普拉斯公式及开尔文公式并会应用。了解亚稳状态与新相生成的关系，理解溶液界面的吸附及表面活性物质的作用，理解吉布斯吸附公式的含义并会应用，理解物理吸附与化学吸附的含义和区别，掌握兰格缪尔单分子层吸附理论和吸附等温式。理解分散系统的分类及胶体的定义。理解溶胶的性质，了解溶胶的稳定和破坏的原因。

主要内容:

- 8.1 表面自由能和表面张力
- 8.2 弯曲表面的附加压力
- 8.3 溶液的表面吸附
- 8.4 液-固界面张力，铺展和润湿
- 8.5 固体的表面吸附
- 8.6 胶体系统的光学性质
- 8.7 胶体系统的动力性质
- 8.8 溶胶系统的电学性质
- 8.9 溶胶的稳定与聚沉

重点:

- 1. 表面张力及表面吉布斯函数的概念及其与接触角、润湿、铺展的联系
- 2. 溶液界面的吸附
- 3. 兰格缪尔单分子层吸附理论和吸附等温式
- 4. 胶体系统的光学性质与动力性质
- 5. 溶胶系统的电学性质

难点:

- 1. 弯曲液面对热力学性质的影响和拉普拉斯公式及开尔文公式的应用
- 2. 溶胶系统的电学性质

8. 化学动力学

掌握化学反应速率、反应速率系统、反应级数、基元反应、反应分子数的概念。掌握通过实验建立速率方程的方法，掌握一级和二级反应的速率方程及其应用。了解处理对行反应、平行反应和连串反应的动力学处理方法，理解稳态近似法、平衡近似法及控制步骤的概念，了解链反应的动力

学特点。掌握阿仑尼乌斯方程并会应用；

主要内容：

- 9.1 动力学基本概念
- 9.2 具有简单基数反应的速率方程
- 9.3 速率方程的确定
- 9.4 温度对反应速率的影响，活化能
- 9.5 典型复合反应
- 9.6 复合反应速率的近似处理法

重点：

1. 化学反应速率、反应速率常数及反应级数的概念
2. 一级和二级反应的速率方程及其应用
3. 了解复杂反应动力学处理方法。
4. 掌握阿仑尼乌斯方程及应用。

难点：

1. 通过实验建立速率方程的方法
2. 稳态近似法、平衡近似法及控制步骤的概念及其运用
3. 复杂反应的特征及其有关计算

三、课内实验或实践环节教学安排及要求

序号	教学内容	教学基本要求	学时	备注
1	恒温槽的装配与性能测试及液体粘度的测定	1、了解恒温槽的构造及其控温原理和方法，熟悉恒温槽的控制和使用。 2、恒温槽性能的测试。 3、了解粘度的物理意义，掌握乌氏粘度计的使用以及用乌氏粘度计测量氯化钠溶液等粘度的方法。	4	生化国际、轻化工程专业必做
2	液体饱和蒸汽压的测定	1 掌握减压、恒压系统的操作方法和原理。 2、掌握静态法测定单元系汽液平衡压力—温度关系的原理和方法，求乙醇在实验温度范围内的平均摩尔气化焓。 3、熟悉数字式低真空测压仪的使用。	4	生化国际、轻化工程专业必做
3	二元液系相图	1、了解恒压（大气压）下汽液平衡数据的测定方法，用沸点仪测定乙醇—环己烷汽液平衡数据并绘出 T~X 相图。 2、了解沸点仪的构造特点。 3、掌握阿贝折光仪的构造、原理和使用方法，并用阿贝折光仪测定溶液组成。	4	生化国际、轻化工程专业必做
4	凝固点降低法测定摩尔分子量	1、学习凝固点测量技术和方法 2、利用凝固点降低法测定萘的摩尔质量 3、加深对稀溶液依数性的理解。	4	化工、制药专升本专业必做
5	二组分合金相图	1、通过绘制锌—锡二元体系合金相图，了解热分析法绘制相图的基本原理。 2、掌握用热电偶测温的方法。 3、学会用步冷曲线作二组份相图的基本方法。	4	化工、制药专升本专业必做
6	氨基甲酸铵分解压的测定	1、测定氨基甲酸铵的分解压力，并求得反应的	4	化工、制药专

		标准平衡常数和有关热力学函数。 2、了解真空泵的构造原理和使用方法以及获得低真空度的方法。 3、掌握大气压力计的构造原理及使用方法。		升本专业必做
小计			12	

四、学时分配表

序号	授课内容	学时
1	绪论	3
2	热力学第一定律	12
3	热力学第二定律	10
4	多组分系统热力学	6
5	化学平衡	4
6	相平衡	6
7	电化学	10
8	表面现象与胶体	8
9	化学动力学	9
合计		68

五、课程考核要求及方法

- 考核方式：考试（√）；考查（）
- 成绩评定：
 - 计分制：百分制（√）；五级分制（）；两级分制（）
 - 总评成绩构成：平时考核（30）%；中期考核（）%；期末考核（70）%
 - 平时成绩构成：考勤考纪（5）%；作业（5）%；实验（20）%

六、建议教材及参考资料

建议教材：

- 印永嘉主编，《物理化学简明教程》，高等教育出版社，2007年版
 罗澄源，向民礼等编，《物理化学实验》，高等教育出版社，2004.11 第四版

参考资料：

1. 天津大学主编，《物理化学》（第五版），高等教育出版社，2009年版
2. 付献彩主编，《物理化学》，高等教育出版社，2005年版
3. 沈文霞主编，《物理化学核心教程》，科学出版社，2005年版
4. 金继红主编，《物理化学习题解答》，华中科技大学出版社，2005年版
5. 罗澄源等编，《物理化学实验》，高等教育出版社，1991.7 第四版.....
6. 单尚等编，《现代大学化学实验》，中国商业出版社，2002.7 版.....
7. 刘廷、王岩主编，《物理化学实验》，中国纺织出版社，2006.5 版
8. 武汉大学化学与分子科学学院实验中心编，《物理化学实验》，武汉大学出版社，2004.8

版

六、大纲说明

本课程已建立物理化学课程网站与物理化学网络教学平台，学生可以在课外进行自主学习。
本课程为学生提供一套《物理化学测验题集》，学生可以在课外练习。

执笔人：姜华昌

审核人：姜华昌

审批人：刘士旺