

高等学校化学类专业物理化学相关教学内容与教学要求建议

张树永^{1,*} 侯文华² 刁国旺³

(¹山东大学化学与化工学院, 济南 250100; ²南京大学化学化工学院, 南京 210023;

³扬州大学化学化工学院, 江苏 扬州 225002)

摘要: 论述了物理化学教学在化学类专业人才培养中的重要地位, 说明了制订物理化学教学内容和教学要求建议的必要性和制订的依据, 阐述了该建议的使用原则。基于产出导向的理念, 从知识、能力和素质三个方面明确了化学类专业物理化学理论相关教学的基本内容和要求。对当前我国物理化学教学研究、教学建设、教材建设和教学效果评价具有一定的指导作用。

关键词: 化学类专业; 物理化学; 教学内容; 教学要求; 建议

中图分类号: G64; O64; O6-0

Suggestion for Teaching Contents and Teaching Requirements of Physical Chemistry Course for Chemistry Majors

ZHANG Shu-Yong^{1,*} HOU Wen-Hua² DIAO Guo-Wang³

(¹*School of Chemistry and Chemical Engineering, Shandong University, Jinan 250100, P. R. China;*

²*School of Chemistry and Chemical Engineering, Nanjing University, Nanjing 210023, P. R. China;*

³*School of Chemistry and Chemical Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225002, Jiangsu Province, P. R. China)*

Abstract: The important role of physical chemistry teaching in professional training of undergraduate students in chemistry majors is discussed. The significance, necessity, documental basis for establishing this detailed suggestion for teaching contents and teaching requirements, and the principles for using this suggestion are explained. This suggestion is set according to the outcome-based teaching strategy with clear statements of the requirements of knowledge, abilities and quality of physical chemistry teaching. This suggestion can provide guidance on the teaching reform and innovation, the construction of teaching resources, the compilation of textbooks and the assessment of teaching effectiveness for physical chemistry course at present and in future.

Key Words: Chemistry majors; Physical chemistry; Teaching contents; Teaching requirements; Suggestion

1 引言

物理化学是研究化学系统中物质的结构及其变化规律的科学。物理化学所蕴含的世界观和方法论, 是化学学科思维的最重要组成部分。充分发挥物理化学教学对学生知识传授和素质、能力培养的引领性、关键性作用, 是培养化学类专业高水平人才的必然要求。

《高等学校化学类专业物理化学相关教学内容与教学要求建议》(以下简称《物化建议》)旨在对物理化学教学中所涉及的知识、能力和素质培养提出明确要求, 以指导当前物理化学教学内容和教学

*通讯作者, Email: syzhang@sdu.edu.cn

方法改革、教材建设等。《物化建议》是在《高等学校化学类专业指导性专业规范》^[1](以下简称《规范》)、《化学类专业教学质量国家标准》^[2](以下简称《国标》)和《化学类专业化学理论教学建议内容》^[3](以下简称《建议内容》)的基础上,参照国内外重要物理化学教材^[4-6]以及教学内容和要求制订的,同时依据全国科学技术名词审定委员会规定,对相关术语进行了规范。

使用《物化建议》时应注意以下原则:

(1)《物化建议》主要参照《规范》中“化学类专业化学教学基本内容(I)”和《建议内容》(I)编写。除了以“*”标记的选讲内容外,其他内容均属于物理化学相关教学的最低要求而非物理化学的教学上限。各高校可以在此基础上,根据需要增加其他教学内容或者提高教学要求;

(2)《物化建议》所列内容并不仅限于物理化学课程讲授。物理化学课程讲授的内容、内容的编排方式、各部分讲授的学时和掌握的程度等,由高校根据各自的人才培养目标、培养要求和教学需要自行确定;

(3)《物化建议》强调目标导向和产出导向的教学,强调关注学生的知识、素质和能力培养,鼓励各高校通过有效测评,监控和保证课程教学质量。

2 物理化学教学对学生能力和素质培养的总体要求

在教学过程中,除了让学生掌握物理化学基础知识和基本理论,还应着力培养学生以下几方面的能力和素质:

(1)能够利用物理化学原理和方法,对化学反应及其相关过程的方向、限度和速率等进行研究、分析和判断;

(2)能够从微观和统计的角度解释宏观过程及其性质;

(3)理解和掌握化学研究的一般思路和方法;理解、掌握并运用常用科学方法对化学反应及相关过程和现象进行观察、分析、推理和判断;

(4)能够在科学研究和生产生活中发现和提出科学问题,利用物理化学原理和方法进行分析;能够综合运用物理化学及其他相关学科的知识和原理,设计解决问题的方案,评价方案的可行性和局限性;

(5)能够对现有概念、原理和方法等进行批判性思考,明确其成功与不足,了解其应用的条件及局限性,提出自己的观点或见解;

(6)养成自主学习和终身学习的习惯,能够利用信息技术查阅、综述和评价相关文献,不断接受新知识并纳入自己的知识系统,以适应未来科学技术和经济社会发展的需要。

3 物理化学教学内容与教学要求的建议

为了落实“物理化学教学对学生能力和素质培养的总体要求”,对物理化学各部分的知识点、能力和素质的教学要求提出以下具体建议。

3.1 理想气体与真实气体

知识点:

(1)理想气体 理想气体状态方程 气体常数

(2)真实气体 物态方程 范德华(van der Waals)方程 临界参数 对应状态原理 压缩因子位力(Virial)方程 真实气体等温线 气体的液化

能力:

(1)能够利用理想气体状态方程和范德华方程进行相关的计算和预测;

(2)能够利用对应状态原理和压缩因子图对真实气体进行计算。

素质：

(1) 理解真实气体偏离理想气体行为的原因和理想气体模型的基本假设。理解修正理想气体模型的基本思路；

(2) 理解真实气体状态方程多样性的原因。

3.2 气体动理论**知识点：**

(1) 压力和温度的统计概念 数学平均速率 根均方速率 最概然速率 麦克斯韦(Maxwell)速率分布定律 速率分布的影响因素

(2) 分子的平均自由程 碰撞直径 碰撞截面 碰撞频率 分子隙流 *分子束

能力：

(1) 利用气体动理论说明气体经验定律；

(2) 推导麦克斯韦速率分布定律。

素质：

(1) 理解气体动理论的微观模型和基本假设；

(2) 能够从微观和统计角度解释宏观性质；

(3) 理解分子平均平动能与温度的关系；

* (4) 理解分子束实验的基本原理。

3.3 热力学第一定律**知识点：**

(1) 系统与环境

(2) 热力学性质：广度性质 强度性质

(3) 热力学平衡：热平衡 力平衡 相平衡 化学平衡 平衡态 准平衡态 非平衡态

(4) 状态函数 状态方程 状态函数法

(5) 过程 等温过程 等压过程 等容过程 绝热过程 循环过程 可逆过程 不可逆过程 准静态过程 节流过程

(6) 功 体积功 非体积功 热 热力学能 焓 热容 等压热容 等容热容

(7) 热力学第一定律及其数学表达式

(8) 卡诺(Carnot)循环 卡诺定理 热机效率 冷冻系数

(9) 节流膨胀 焦耳(Joule)-汤姆孙(Thomson)效应与系数 转化温度

(10) 真实气体的热力学能和焓

(11) 热化学：反应进度 等压热效应 等容热效应 反应标准摩尔焓变 化合物的标准摩尔生成焓 键焓 离子生成焓 标准摩尔燃烧焓 溶解热 稀释热 混合热 赫斯(Hess)定律 基尔霍夫(Kirchhoff)定律

能力：

(1) 计算各种过程所对应的功、热和热力学能变化；

(2) 正确书写热化学方程式并进行相关计算；

(3) 计算不同温度下反应的热效应；

(4) 计算热功转化效率。

素质：

(1) 了解环境与系统间物质和能量的交换规律，建立能量守恒与转化的观念；

(2) 了解理想气体和真实气体热力学性质的异同；

- (3) 理解热效应测量的原理和方法;
- (4) 理解赫斯定律和状态函数法在计算热力学函数变化中的应用。

3.4 热力学第二定律

知识点:

- (1) 方向与限度 自发过程 非自发过程
- (2) 热力学第二定律的经典表述
- (3) 热温商 熵 克劳修斯(Clausius)不等式 熵增加原理 能量退降
- (4) 热力学第三定律 规定熵
- (5) 亥姆霍兹(Helmholtz)自由能 吉布斯(Gibbs)自由能 吉布斯-亥姆霍兹方程 特征函数
- (6) 热力学基本方程 麦克斯韦(Maxwell)关系式

能力:

- (1) 计算各类过程的熵变;
- (2) 推导或者证明各热力学函数间的关系, 理解和应用麦克斯韦(Maxwell)关系式;
- (3) 计算各类过程和不同温度下的亥姆霍兹自由能变化和吉布斯自由能变化。

素质:

- (1) 通过状态函数变化判据, 对过程的自发性、可逆性和限度进行判断;
- (2) 理解各类状态函数变化判据使用的条件和局限性;
- (3) 理解采用容易测量的物理量, 通过热力学函数间的关系, 测量或者计算难以测量物理量的思路和方法。

3.5 统计热力学基础

知识点:

- (1) 微观状态 定域子系统 离域子系统 独立子系统 相依子系统 能级及简并度 统计分布 统计平均 最概然分布 玻耳兹曼(Boltzmann)分布律
- (2) 熵的统计表达 微观状态数 玻耳兹曼(Boltzmann)公式
- (3) 麦克斯韦(Maxwell)-玻耳兹曼(Boltzmann)统计 玻色(Bose)-爱因斯坦(Einstein)统计 费米(Fermi)-狄拉克(Dirac)统计 *系综
- (4) 配分函数 分子的平动、转动、振动配分函数及电子运动的配分函数
- (5) 热力学能和热容的微观解释

能力:

- (1) 能够利用配分函数表示和计算相关热力学函数和平衡常数;
- (2) 能够对热容进行理论估算。

素质:

- (1) 理解熵的本质及其与微观状态数的关系, 正确使用熵的概念;
- (2) 理解统计在联系微观状态数和宏观规律中的作用;
- (3) 理解撷取最大项法及其原理;
- (4) 理解分子配分函数及其分离;
- (5) 理解麦克斯韦-玻耳兹曼统计、玻色-爱因斯坦统计和费米-狄拉克统计的异同。

*3.6 非平衡态热力学简介

知识点:

- (1) 线性非平衡态热力学: 局域平衡 盍萨格(Onsager)倒易关系 熵流 熵产生 最小熵产生原理
- (2) 非线性非平衡态热力学: 非线性非平衡定态稳定性判据 自组织现象 耗散结构

能力：

能够利用非平衡态热力学解释相关现象。

素质：

- (1) 理解最小熵产生原理及其应用条件；
- (2) 理解耗散结构和自组织现象产生的条件。

3.7 化学热力学**知识点：**

(1) 偏摩尔量 偏摩尔量加和公式 化学势及其表达式 化学势等温式 组成可变系统热力学基本方程 吉布斯(Gibbs)-杜亥姆(Duhem)公式 平衡条件 平衡稳定性判据 杜亥姆(Duhem)-马居尔(Margule)公式

(2) 多组分系统热力学 组分 均相系统 多相系统 理想液体混合物 非理想液体混合物 逸度 逸度系数 理想稀溶液 依数性 渗透压 反渗透 活度 活度系数 标准态 渗透因子 超额函数

(3) 化学反应亲和势 化学平衡 标准平衡常数 反应的标准吉布斯自由能变化 化学反应的等温方程 活度商 范托夫(van't Hoff)方程 溶液中的化学平衡(氧化还原平衡 酸碱平衡 配位平衡 沉淀溶解平衡) 平衡移动

(4) 相 物种 独立组分数 自由度 相律 克拉贝龙(Clapeyron)方程 克劳修斯(Clausius)-克拉贝龙方程

(5) 相图 单组分系统相图 超临界状态 超临界流体 *二级相变

(6) 二组分系统相图 溶解度曲线 杠杆原理 完全互溶双液系统 二元液体混合物 最低恒沸点 最高恒沸点 恒沸混合物 部分互溶双液系统 会溶温度 不互溶双液系统 低共熔系统 固态部分互溶系统

(7) 三组分相图

能力：

- (1) 计算各类系统以及不同温度、压力下的化学势，应用化学势进行相关计算；
- (2) 掌握逸度系数、活度系数的测量和求算方法；
- (3) 基于外压与蒸气压的关系进行相关计算；
- (4) 理解稀溶液依数性并计算、预测相关变化；
- (5) 应用相律说明系统的状态；
- (6) 绘制简单系统相图，说明重要的单组分系统、二组分系统、三组分系统的相图；能够应用相图解释相关现象和过程；
- (7) 计算反应的标准吉布斯自由能变化、平衡常数，基于平衡进行计算并解释相关实验现象。

素质：

- (1) 从化学势角度理解反应的方向和限度；
- (2) 从微观角度说明理想和非理想液态混合物的异同；
- (3) 理解多相系统平衡的一般条件；
- (4) 了解超临界流体的特征，能够解释相关应用的原理；
- (5) 理解平衡的影响因素和平衡的移动；理解多相化学平衡和固相反应的特征。

3.8 化学动力学**知识点：**

- (1) 化学反应速率 动力学曲线 速率方程 速率常数 质量作用定律
- (2) 反应机理 基元反应 中间体 简单反应 复杂反应 反应分子数 反应级数 准级数反应

简单级数反应及其速率方程 半衰期 微观可逆性原理

(3) 反应级数确定方法: 微分法 积分法 孤立法

(4) 温度影响反应速率的类型 范托夫(van't Hoff)经验规则 阿伦尼乌斯(Arrhenius)经验公式
指前因子 活化能 活化分子 实验活化能 表观活化能 托尔曼(Tolman)活化能

(5) 碰撞理论: 碰撞频率 碰撞参数 反应临界能 有效碰撞 频率因子 空间因子 碰撞理论
速率常数表达式 反应临界能与活化能的关系

(6) 过渡态理论: 势能函数 势能面 共线碰撞 鞍点 反应坐标 过渡态 活化配合物 零点能
标准摩尔活化熵、活化焓、活化吉布斯自由能 过渡态理论速率常数表达式及其热力学形式

(7) 单分子反应速率理论: 林德曼(Lindemann)机理 时滞 富能分子 RRKM理论

(8) 复杂反应: 对峙反应 动力学平衡常数 平行反应 反应的选择性 连串反应 速率控制步骤
稳态近似 平衡近似 速率控制步骤近似 链反应 直链反应 支链反应 支链爆炸 热爆炸 爆炸限

(9) 溶液反应: 溶剂效应 溶剂笼 遭遇对 活化控制反应 扩散控制反应 原盐效应 溶剂化能

(10) 研究快速反应的方法: 流动法 阻碍流动法 闪光光解法 弛豫法 分子反应动力学
*交叉分子束 *态-态反应

能力:

(1) 计算或者确定不同级数反应的反应速率、速率常数、反应级数、指前因子、活化能等重要动力学参数, 理解方法的局限性并进行相关判断;

(2) 计算不同温度下的反应速率, 设计反应温度, 调整产物比例;

(3) 根据经验规则估算反应活化能;

(4) 判断合理的速率控制步骤; 选择适宜的近似处理方法, 从机理推导动力学方程和表观活化能;

(5) 根据动力学特征, 推测和拟定简单反应机理并验证其合理性;

(6) 推导碰撞理论、过渡态理论、林德曼机理的速率方程。

素质:

(1) 理解化学法和物理法测量反应速率的原理, 理解测量的条件和局限性;

(2) 理解活化能与反应热效应的关系, 估算反应活化能的原理;

(3) 解释温度对反应速率影响的类型, 理解阿伦尼乌斯公式应用的局限性;

(4) 对简单碰撞理论、过渡态理论进行比较和评价;

(5) 理解各类近似处理的前提条件;

(6) 理解确定反应机理的一般原理和方法;

(7) 理解对复杂速率方程进行简化处理的原理和方法;

(8) 理解各种活化能的物理意义并进行比较。

3.9 电解质溶液

知识点:

(1) 电解质 电离度 解离度 固体电解质 聚电解质 离子液体

(2) 离子溶剂化 离子对 电迁移 淌度 迁移数

(3) 法拉第(Faraday)定律 法拉第常数 电流效率 电量计 电化学容量

(4) 溶液电导: 电导率 摩尔电导率 极限摩尔电导率 离子极限摩尔电导率 科尔劳乌施(Kohlrausch)经验定律 离子独立移动定律

(5) 离子平均质量摩尔浓度 离子平均活度 离子平均活度系数 离子强度 路易斯(Lewis)经验公式

(6) 离子氛 离子互吸理论 德拜(Debye)-休克尔(Hückel)极限公式 不对称离子氛 德拜-休克

尔-盎萨格(Onsager)公式

能力：

- (1) 掌握电导、迁移数、平均活度系数等物理量的测量原理与方法；
- (2) 利用法拉第定律计算反应量和物质的电化学容量；
- (3) 掌握电导率、摩尔电导率和离子极限摩尔电导率的影响因素和变化规律，利用电导、摩尔电导率等进行相关计算；
- (4) 计算电解质溶液的平均活度等参数。

素质：

- (1) 能够从微观角度解释摩尔电导率和离子极限摩尔电导率的变化规律和相关应用；
- (2) 理解用电导法测量相关物理量的原理，明确方法的优势和局限性；
- (3) 理解平均活度等概念的影响因素和变化规律；
- (4) 理解并应用线性化方法、模型化方法、标准溶液方法、相对基准方法等一般性科学方法；
- (5) 理解前提假设在建立理论模型时的作用以及模型修正的一般思路。

3.10 电化学

知识点：

- (1) 电化学装置：原电池 电解池
- (2) 电池热力学：电动势 电动势温度系数 电化学热力学重要关系式
- (3) 电极 可逆电极 可逆电池 标准电池 电池电动势 能斯特(Nernst)方程 标准氢电极 参比电极 标准电极电势 液体接界电势 玻璃电极 电势-pH图(普贝图, Pourbeix 图) 化学电池 浓差电池
- (4) 界面电荷 双电层 双电层结构模型(紧密双层模型 扩散双层模型 Stern 模型)
- (5) 电极过程动力学：不可逆电极过程 理论和实际分解电压 极化 超电势 浓差极化 电化学极化 三电极电解池 极化曲线 电流密度 塔菲尔(Tafel)公式
- (6) 电解：析出电势 电化学氧化 电化学还原 电化学合成 电镀 *电化学聚合 阳极氧化 *电解加工 *多孔阳极氧化膜
- (7) 金属腐蚀与防护：均匀腐蚀 局部腐蚀 化学腐蚀 电化学腐蚀 生物腐蚀 差异充气腐蚀 析氢腐蚀 吸氧腐蚀 腐蚀速率 缓蚀剂 阴极保护 阳极保护 钝化 钝化膜
- (8) 化学电源：开路电压 工作电压 一次电池 二次电池 蓄电池 比容量 放电效率 自放电 干电池 铅蓄电池 *锂离子电池 燃料电池

能力：

- (1) 正确设计和书写可逆电极、可逆电池及其对应反应；
- (2) 通过设计可逆电池，用电化学方法测量或者计算热力学参数变化量；
- (3) 利用电极电势和电池电动势对反应的方向和限度进行判断；
- (4) 绘制并应用简单系统的pH-电势图；
- (5) 能够结合极化，判断或者调整物质的析出顺序；
- (6) 计算物质的电化学容量、电池的理论容量、电池的理论能量转换效率等。

素质：

- (1) 理解对消法测量可逆电池电动势的原理；
- (2) 理解电动势产生的原因，标准电池电动势稳定的原因；
- (3) 理解液体接界电势产生的原因、影响因素及其降低或者消除的方法和原理；
- (4) 理解膜电势形成机理及玻璃电极的响应原理；

- (5) 理解电极极化的原因, 测量极化的原理、降低或者利用极化的原理;
- (6) 理解电化学合成的优势、电化学纯化和电化学共沉积的原理;
- (7) 理解局部腐蚀的诱因, 腐蚀防护的思路及其原理;
- (8) 理解化学电源在能源高效利用中的作用;
- (9) 理解采用电流(电量)法和电势法进行电化学分析的基本原理。

3.11 表(界)面化学

知识点:

- (1) 分散度 比表面积 粉体材料 多孔材料 孔隙度 孔径分布 *悬挂键
- (2) 吸附剂 吸附质 吸附量 化学吸附 物理吸附 吸附热 吸附速率 脱附速率 吸附平衡及平衡常数 表面覆盖度 吸附热力学公式 单层吸附 多层吸附 吸附等压线 吸附等量线 吸附类型
- (3) 吸附等温式: 朗缪尔(Langmuir)吸附等温式 BET吸附等温式 弗罗因德利希(Freundlich)吸附等温式 乔姆金(Temkin)吸附等温式 竞争吸附 *溶液中的吸附 *自组装 *表面修饰
- (4) 表面 界面 表面自由能 表面张力 表面热力学公式 表面张力与温度的关系 *安妥诺夫(Antonoff)规则 *拉姆(Ramay)-希尔茨(Shields)公式
- (5) 润湿 浸湿 沾湿 铺展 接触角 杨(Young)氏方程 亲液固体 疏液固体 *超疏水性 *双疏性
- (6) 弯曲液面 附加压力 杨(Young)-拉普拉斯(Laplace)方程 开尔文(Kelvin)公式 毛细现象 过饱和蒸气 过冷液体 过热液体
- (7) 界面相 溶液表面吸附 表面过剩 吉布斯(Gibbs)吸附等温式
- (8) 表面膜 表面压力 朗缪尔(Langmuir)膜天平 朗缪尔(Langmuir)膜 朗缪尔(Langmuir)-布洛翟特(Blogget)膜
- (9) 表面活性 表面活性剂 双亲性 表面活性剂分类 *HLB值 胶束 临界胶束浓度 乳化 乳状液 微乳液 囊泡 *反胶束 *双连续相
- * (10) 表界面结构及其表征: 位错 台阶 活性位 电子显微镜 高分辨电子显微镜 扫描探针 原子力显微镜

能力:

- (1) 掌握比表面积、孔隙度和孔径分布的测量原理和方法并进行相关计算;
- (2) 掌握表面张力的测量原理和方法并进行相关计算, 解释相关现象;
- (3) 掌握吸附热的测量原理和方法并进行相关计算;
- (4) 能够针对附加压力进行相关计算和判断, 并解释相关现象;
- (5) 能够通过吸附等温式判断吸附类型并计算相关物理量。

素质:

- (1) 从微观角度解释表面张力的形成机制、影响因素和变化规律;
- (2) 理解并应用吸附原理说明相关实验现象和应用, *了解气相吸附与溶液吸附的异同;
- (3) 了解朗缪尔、BET吸附模型及其等温式建立的前提和各自的局限性; 理解吸附等温式多样性的原因;
- * (4) 理解超临界干燥原理, 从结构角度理解超疏水和双疏表面;
- (5) 基于结构与功能的关系解释表面活性剂的性质及应用;
- (6) 理解乳状液和微乳液的形成机制、稳定化及破坏方法;
- (7) 理解不溶性表面膜的结构特征及相关应用的原理。

3.12 胶体化学

知识点：

(1) 分散相 分散介质 分散系统

(2) 胶体 溶胶 凝胶 胶核 胶粒 胶团 胶团结构表达式 刚性凝胶 弹性凝胶 触变性流体

*离浆

(3) 丁铎尔(Tyndall)现象 瑞利(Rayleigh)散射 散射强度 超显微镜及其应用

(4) 布朗(Brown)运动 爱因斯坦(Einstein)-布朗(Brown)运动公式 沉降与沉降平衡 沉降速率 超离心机及其应用

(5) 电动现象：胶粒带电原因 电泳 电渗 电动电势 沉降电势 流动电势 电泳分离 等电点 *毛细管电泳

(6) 稳定性：聚沉 聚沉值 哈代(Hardy)-舒尔策(Schulze)规则 感胶离子序 *DLVO理论 絮凝剂 稳定剂 敏化剂 架桥效应 金值

(7) 胶体的制备与净化：分散法 凝聚法 胶溶法 渗析 电渗析

(8) 高分子溶液：平均分子量 黏度平均分子量 唐南(Donnan)平衡 盐析 盐溶 溶胀 *牛顿(Newton)流体 *非牛顿(non-Newton)流体

能力：

(1) 掌握电动电势测量的原理和方法并进行相关计算；

(2) 设计合理途径保护或者破坏胶体，对聚沉能力进行估算和比较；

(3) 推导沉降速率和高度分布公式并进行相关计算，解释相关现象。

素质：

(1) 理解胶粒带电原因、电动电势形成原因，影响带电的因素及其与溶胶稳定性的关系；

(2) 理解溶胶制备与净化的原理；

(3) 理解溶胶稳定的原因和破坏稳定性的原理和方法；

(4) 理解超显微镜判断溶胶浓度、胶粒尺寸和形状的原理；

(5) 理解超离心分离和测量大分子分子量的原理；

(6) 了解通过电泳、盐析等分离蛋白质的原理；

(7) 理解纳米粒子制备、保护和溶胶-凝胶合成的原理；

(8) 了解测量大分子分子量的方法并进行比较和评述。

3.13 光化学

知识点：

(1) 光激发 激发态衰变 振动弛豫 内转换 系间窜越 辐射跃迁 无辐射跃迁 单线态 三线态 荧光 磷光

(2) 光化学反应 初级光化学步骤 次级光化学步骤 光敏化反应 光敏剂 猝灭 猝灭剂 光化学第一定律 光化学第二定律 光化学反应动力学 光化学平衡 量子产率

(3) 光致发光 电致发光 化学发光 化学激光 *激光化学

(4) 光解与光合反应 *太阳能电池

能力：

(1) 计算光子的能量，预测光化学反应发生的可能性；

(2) 计算光化学反应的量子产率。

素质：

(1) 理解光化学反应和热化学反应的异同；

(2) 理解化学发光的基本原理和应用。

3.14 催化化学

知识点:

(1) 催化剂 催化作用 催化反应特征 助催化剂 催化剂载体 催化剂的选择性 催化活性 催化剂中毒 催化剂再生 自催化 *转换频率(turn-over frequency) *不对称催化 *化学振荡

(2) 均相催化: 酸碱催化 布朗斯特(Brønsted)定律 *配位催化

(3) 多相催化: 催化活性位 表面反应历程 表面反应速率 朗缪尔(Langmuir)-里迪尔(Rideal)机理 朗缪尔-欣谢尔伍德(Hinshelwood)机理

(4) 酶催化 底物 米氏(Michaelis-Menten)机理 米氏方程 米氏常数 竞争性抑制

(5) *光催化 *电催化

能力:

掌握均相催化、多相催化、酶催化的一般机理, 推导相应的动力学方程并进行计算和讨论。

素质:

(1) 理解催化反应的主要特征, 多相催化的反应机理及动力学特征;

(2) 理解催化剂中毒和催化剂再生的原理和方法;

(3) 理解酶催化的特异性以及反应机理多样性的原因;

(4) 理解化学吸附强度与催化活性的关系。

4 《物化建议》制订情况说明

《物化建议》的起草工作自2016年3月启动, 历经3个月形成初稿。7月8日, 由张树永、侯文华和刁国旺组成的起草小组对初稿进行了集体讨论。7月14日, 张树永向2013-2017年教育部高等学校化学类专业教学指导委员会第六次全体会议做了制订情况的汇报。7月17-19日和8月5-6日, 张树永分别向“第六届全国高等学校物理化学(含实验)课程教学研讨会”(四川成都)和“全国高师第二十届物理化学、第十六届物理化学实验学术暨教学研讨会”(青海西宁)介绍了《物化建议》, 并作为会议资料下发给与会的共86所高校的209位教师征求意见。与此同时, 起草小组还逐一征求了北京大学高盘良、南京大学沈文霞、南开大学朱志昂、华东理工大学黑恩成、四川大学周鲁、大连理工大学王新平和王旭珍、陕西师范大学陈亚芍、华中师范大学原弘和山东师范大学迟颜辉等老师的意见。8月26-27日, 起草小组将文件提交“物理化学教学研究会第二次会议”(山东威海)作进一步讨论。之后, 起草小组根据汇集的意见, 对《物化建议》进行了最后的修改和完善。

毋庸置疑, 物理化学教学内容和教学要求必然会随着科技的进步、教育的发展以及社会对化学类专业人才培养要求的变化而不断丰富、调整和完善。希望广大教师在使用《物化建议》的过程中不断提出意见和建议, 以使该文件能够不断更新, 更好地适应我国高等学校化学类专业物理化学教学改革和教学建设的需要。

参 考 文 献

- [1] 教育部高等学校化学化工教学指导委员会化学类专业教学指导分委员会. 高等学校化学类专业指导性专业规范. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [2] 教育部高等学校化学类专业教学指导委员会. 中国大学教学, 2015, No. 2, 31.
- [3] 教育部高等学校化学类专业教学指导委员会. 大学化学, 2016, 31(11), 11.
- [4] 傅献彩, 沈文霞, 姚天扬, 侯文华. 物理化学. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [5] 印永嘉, 奚正楷, 张树永. 物理化学简明教程. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [6] 韩德刚, 高执棣, 高盘良. 物理化学. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [7] 范康年. 物理化学. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [8] 杨永华. 物理化学. 北京: 高等教育出版社, 2012.