

《大学化学实验-基础化学实验 II-物理化学实验》课程教学大纲

一、课程说明

(一)课程名称、所属专业、课程性质、学分

课程名称：《大学化学实验-基础化学实验 II-物理化学实验》

所属专业：应用化学、化学工程与工艺

课程性质：专业基础课

学 分：3 学分(108 学时)

(二) 课程简介、目标与任务、先修课与后续相关课程

课程简介：大学化学基础实验 II 之《物理化学实验》是为化学化工学院所有专业的本科生开设的一门必修基础实验课程；一般在开始学习理论课程《物理化学》之后的学期，对本科三年级学生开设。该实验课程是紧接着大学化学基础实验 I（无机化学、分析化学及有机化学实验）之后、配合大学化学实验基础实验 II 中化工实验和仪器分析实验两部分一起开设的高等级基础实验课程。物理化学实验以数据测量为主要实验内容，通过对实验数据的科学处理和分析来研究物质的物理化学性质及化学反应的基本规律；是化学实验基本技能训练的重要环节。

目标与任务：该实验课程主要涉及化学热力学、电化学、化学动力学、表面物理化学和结构化学等物理化学分支，帮助和促进学生学习和领会化学各基本理论，规范化学变化中实验现象的观察与记录、实验数据的准确测量、实验结果的合理分析等。同时为学生进一步学习化工等高级别基础实验打下坚实的基础。

先修课程与后续相关课程：

先修课程：物理化学、结构化学、无机化学、分析化学、有机化学等

后续相关课程：仪器分析、化工基础、高分子化学等

(三) 教材与主要参考书

教材：兰州大学化学化工学院编著《大学化学实验基础化学实验 II》 兰州大学出版社，2008

主要参考书：

- 1 复旦大学主编《物理化学实验》第三版 高等教育出版社，2004
- 2 浙江大学化学系组编《中级化学实验》 科学出版社，2005
- 3 孙尔康，徐维清，邱金恒编.《物理化学实验》南京大学出版社，1999.

二、课程内容与安排

(一) 教学方法与学时分配

实验一 恒温水浴的性能测试实验 (6.5 学时)

- 实验二 酸碱中和热的测定实验 (6.5 学时)
- 实验三 物质燃烧热的测定实验 (6.5 学时)
- 实验四 双液系气-液平衡相图 (6.5 学时)
- 实验五 差热分析实验 (6.5 学时)
- 实验六 凝固点降低法测定摩尔质量 (6.5 学时)
- 实验七 纯液体饱和蒸气压的测量实验 (6.5 学时)
- 实验八 偏摩尔体积的测定实验 (6.5 学时)
- 实验九 气液色谱法测定无限稀活度系数 (6.5 学时)
- 实验十 离子迁移数的测定实验 (6.5 学时)
- 实验十一 旋光法测定蔗糖转化反应的速率常数 (6.5 学时)
- 实验十二 乙酸乙酯皂化反应的动力学研究 (6.5 学时)
- 实验十三 交流电桥法测定弱电解质溶液的电导 (6.5 学时)
- 实验十四 原电池电动势及相关热力学性质的测定 (6.5 学时)
- 实验十五 最大泡压法测定溶液的表面张力 (6.5 学时)
- 实验十六 粘度法测量高聚物分子量 (6.5 学时)
- 实验十七 胶体的电性质的测量 (6.5 学时)
- 实验十八 Gaussian03 程序使用入门 (6.5 学时)
- 实验十九 物质偶极矩的测定 (6.5 学时)
- 实验二十 络合物的磁化率测定 (6.5 学时)

(二) 内容及基本要求

实验名称	主要内容及实验目的	难点及注意事项
1 恒温水浴的性能测试实验	<p>实验内容: 了解恒温水浴的构造、工作原理;学会恒温水浴的装配技术;学会测绘恒温水浴的灵敏曲线;掌握数显热敏电阻温度计和数显贝克曼温度计的使用方法</p> <p>实验目的: 1. 了解恒温装置的构造及恒温原理,初步掌握装配和调试的基本技术;2. 熟练掌握恒温装置的调节方法,正确使用恒温装置控制一定温度;3. 绘制恒温装置的灵敏度曲线,计算恒温装置的灵敏度并分析恒温装置的恒温精度及各部件对恒温精度的影响。</p>	<p>难点: 学会恒温水浴的装配技术;掌握数显热敏电阻温度计和数显贝克曼温度计使用方法。</p> <p>注意事项: 不同类型温度计的使用方法</p>
2 酸碱中和热的测定实验	<p>实验内容: 通过学习微电脑量热装置的使用,使学生掌握测量反应热效应的方法;巩固恒压热容与恒容热容之间的转换关系,及变温型恒压反应器的设计、使用;</p> <p>实验目的: 1. 学习用电热补偿法标定 HCl 与 NaOH 反应的中和热效应; 2. 掌握绝热型变温量热计的基本原理和使用方法; 3. 学习雷诺曲线法校正量热实验数据</p>	<p>难点: 测量电路的连接及反应装置的设计;微电脑量热软件的使用和无纸化数据处理;补偿法标定反应热的原理和操作过程。</p> <p>注意事项: 微电脑量热计算软件的使用、热敏电阻温度计的正确使用以及标定反应热的原理和正确操作</p>
3 物质燃烧热的测定实验	<p>实验内容: 学习掌握氧弹量热计的使用和获取有效数据的方法;巩固恒压热容与恒容热容之间的相互关系;掌握氧气瓶与</p>	<p>难点: 氧弹量热计的设计原理和正确使用方法;恒</p>

量实验	减压阀的使用;学习雷诺曲线法校正量热实验数据 实验目的: 1 明确燃烧热的定义, 掌握恒压与恒容燃烧热的差别; 2 了解氧弹量热计的主要组成及作用, 掌握氧弹量热计的操作技术; 3 学习雷诺图解温度校正法, 准确测定温度实际改变值。	压热容与恒容热容的关系; 注意事项: 氧气瓶与减压阀的正确使用;雷诺曲线法校正量热数据的处理过程
4 双液系气-液平衡相图	实验内容: 采用加热回流法, 利用沸点测定仪测定几种不同组成二元双液系的沸点及气、液平衡相组成; 通过标准溶液的浓度曲线的绘制和定浓, 完成有最低恒沸点的完全互溶双液系气-液平衡相图的绘制任务; 实验目的: 1. 绘制在定压下环己烷-乙醇双液体系的气-液平衡相图, 了解相图和相律的基本概念; 2. 掌握测定双组分液体的沸点及正常沸点的方法; 3. 掌握用折光率确定二元液体组成的方法;	难点: 恒温槽、沸点测定仪、数显阿贝折光仪的正确使用技术与方法 注意事项: 相图的基本概念; 标准溶液的浓度曲线的绘制; 环己烷-乙醇均易挥发, 对相应操作技术要求较高
5 差热分析实验	实验内容: 用 α -氧化铝为参比物, 用碳酸镉标定碳酸氢钾的分解反应热的数值; 实验目的: 1. 了解差热分析仪的工作原理及操作方法; 2. 掌握差热谱图解析的定性、定量分析方法; 3. 用差热分析方法测定 KHCO_3 的分解热。	难点: 学习获取理想的差热谱图的技术操作及数据分析 注意事项: 差热分析仪的设计原理和操作要求
6 凝固点降低法测定摩尔质量	实验内容: 采用过冷法, 利用稀溶液的依数性质分别测定纯溶剂及稀溶液的凝固点数据, 根据凝固点降低值推算溶质的分子量 实验目的: 1. 学习掌握溶液凝固点的测定技术; 2. 用凝固点降低法测定萘的摩尔质量; 3. 通过实验进一步理解稀溶液理论;	难点: 过冷法测量凝固点的控制条件和技术; 精确温度的测量技术 注意事项: 稀溶液配置的方法和理论依据; 热电偶温度计的原理和使用
7 纯液体饱和蒸气压的测量实验	实验内容: 动态法测定水不同压力下的饱和蒸气的平衡温度; 静态法测定不同温度下水的饱和蒸气压; 根据数据分析得到平均摩尔气化热的数值。 实验目的: 1. 理解液体饱和蒸气压与温度的关系, 明确液体饱和蒸气压的定义及气液平衡的概念。2. 用动态法和静态法测定不同温度下水的饱和蒸气压, 并求平均摩尔气化热。3. 初步掌握真空操作技术。	难点: 液体饱和蒸气压与温度的热力学关系的理解和应用; 真空操作技术 注意事项: 真空泵的使用方法; 福廷式气压计的使用
8 偏摩尔体积的测定实验	实验内容: 恒定温度下, 通过采用比重管精确测定溶液密度的技术, 完成不同组成的乙醇-水溶液中各组分的偏摩尔体积; 学习并掌握图解法求偏摩尔体积的方法 实验目的: 1. 配制不同浓度乙醇水溶液, 测定各溶液中各组分的偏摩尔体积。2. 学会用比重管测定液体密度的方法。3. 通过实验加深对偏摩尔体积的理解。	难点: 图解法求偏摩尔体积的原理和方法 注意事项: 精密控制温度 \ 测定质量的操作技术
9 气液色谱法测定无限稀活度系数	实验内容: 通过固定稀溶液的溶剂, 注射溶质的方法, 利用气相色谱的原理设置无限稀溶液的测定条件, 完成同一种溶剂不同溶质的无限稀活度系数的测量和对比, 深刻领会理想溶液的概念和特点 实验目的: 1. 了解气相色谱仪的基本构造及原理, 并掌握利用气相色谱仪构建无限稀溶液的基本实验方法。2. 掌握用气液色谱法测定无限稀溶液中溶质的比保留体积和推算活度系数的	难点: 用气液色谱法测定无限稀溶液中溶质的比保留体积的原理和技术操作; 数据处理 注意事项: 气相色谱仪的基本操作要求及数据的采集和处理

	方法;3. 了解活度系数与热力学函数的基本关系。	
10 离子迁移数的测定实验	<p>实验内容: 用希托夫离子迁移管作电解槽, 根据库仑定律测算 CuSO_4 溶液中 Cu^{2+} 和 SO_4^{2-} 的表观离子迁移数</p> <p>实验目的: 1. 掌握希托夫法测定离子迁移数的原理和方法 2. 学习库仑计的使用原理及方法 3. 测定 CuSO_4 溶液中 Cu^{2+} 和 SO_4^{2-} 的表观迁移数</p>	<p>难点: 希托夫离子迁移管的设计原理正确使用方法;</p> <p>注意事项: 库仑计的正确使用; Cu^{2+} 浓度的反滴定操作方法</p>
11 旋光法测定蔗糖转化反应速率常数	<p>实验内容: 测定准一级蔗糖转化反应过程的系统旋光值, 计算准一级蔗糖转化反应的速率常数及半衰期。</p> <p>实验目的: 1. 了解该反应的反应物浓度与旋光度之间的关系; 2. 了解旋光仪的基本原理, 掌握旋光仪的正确使用方法; 3. 掌握测定蔗糖转化反应的速率常数和半衰期的方法</p>	<p>难点: 蔗糖转化反应准一级反应条件的控制 原理及意义; 旋光度的物理意义及测量方法</p> <p>注意事项: 温度控制对动力学实验的影响; 不同类型旋光仪的正确使用方法</p>
12 乙酸乙酯皂化反应的化学动力学研究	<p>实验内容: 在恒定温度条件下, 使用电导率仪, 测量乙酸乙酯皂化反应系统的电导率值, 用图解法求出反应速率常数</p> <p>实验目的: 1. 了解二级反应的特点, 学会用图解法求取二级反应的速率常数; 2. 掌握电导率仪的使用方法; 3. 学会用电导法测定乙酸乙酯皂化反应速率常数; 了解反应活化能的测定方法。</p>	<p>难点: 浓度配置及定浓的操作技巧</p> <p>注意事项: 电导率仪、恒温槽的使用方法</p>
13 交流电桥法测定弱电解质溶液的电导	<p>实验内容: 在恒定温度的条件下, 用强电解质溶液的数据标定电导电极常数后, 使用交流电桥的测量装置先后测量弱电解质乙酸溶液和电导水的电导率, 最后计算出乙酸溶液多种参数。</p> <p>实验目的: 1. 采用交流电桥法测量弱电解质溶液的电阻, 并求电导 2. 了解弱电解质溶液导电规律; 测定弱电解质的电导率、摩尔电导率、电离度和电离常数等数据 3. 掌握电导电极的使用方法, 学会用强电解质溶液的数据标定电极常数</p>	<p>难点: 交流电桥测量系统的电路连接、测量; 测量操作的准确性</p> <p>注意事项: 恒温槽、示波器、电容箱等电器的使用方法和溶液挥发的预防</p>
14 原电池电动势及相关热力学性质的测定	<p>实验内容: 处理、制备 Cu、Zn 半电池, 用电位差计测定原电池的电动势及 Cu、Zn 电极的电极电势。</p> <p>实验目的: 1 学习电极的制备与活化, 测定 Cu、Zn 电极的电极电位; 2 了解可逆电池, 可逆电极, 盐桥等概念, 学会测定 Cu-Zn 电池的电动势 3 掌握电位差计的测量原理和正确使用方法, 学习简易电位差计的组装和使用。</p>	<p>难点: 原电池电动势测量方法; UJ-25 型电位差计的使用; 电极的制备和活化技术;</p> <p>注意事项: 饱和甘汞电极的正确使用方法; 盐桥桥和半电池的制备与使用方法</p>
15 最大泡压法测定溶液的表面张力	<p>实验内容: 配制丁醇浓度为 0.02%、0.05%、0.10%、0.15%、0.20% 的溶液, 用最大泡压法分别测定它们的表面张力。</p> <p>实验目的: 1. 了解表面张力的性质, 表面自由能的意义及表面张力和吸附的关系; 2. 测定不同浓度正丁醇水溶液的表面张力, 计算表面吸附量和正丁醇分子的横截面积; 3. 掌握最大泡压法测定表面张力的原理和技术。</p>	<p>难点: 最大泡压法测定表面张力实验条件的控制</p> <p>注意事项: 气密性的检测; 减压瓶、精密压差计、恒温槽的使正确用</p>
16 粘度法测量高聚物分子量	<p>实验内容: 在恒定温度条件下, 使用乌贝路德粘度计测量不同浓度聚乙二醇水溶液的平均相对分子质量</p> <p>实验目的: 1 了解溶液粘度测定各种方法的原理, 掌握用乌贝路</p>	<p>难点: 高聚物分子量粘度法测定的原理及数据分析方法</p>

	德粘度计测定粘度的方法和技术；2 用毛细管法测定聚乙烯醇水溶液的粘度	注意事项： 恒温水浴槽、乌贝路德粘度计的正确使用方法
17 胶体的电性质的测量	实验内容： 根据胶体粒子带电的特性，分别测定 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 SiO_2 胶体的电泳和电渗中 ξ 电势的大小 实验目的： 1. 了解胶体体系的电性质，利用宏观界面移动法测定 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的 ζ 电位；2. 掌握电渗法测定二氧化硅对氯化钾的 ξ 电势的原理和技术	难点： 对胶体粒子带电的双电层结构的理解和实验现象的分析，数据的获取 注意事项： 胶体的纯化过程
18 Gaussian03 程序使用入门	实验内容： 学习使用 Gaussian03 程序计算，初步进行部分化学分子的计算并学习分析计算结果、根据计算结果，解释分子结构与性能之间的关系。 实验目的： 了解 Gaussian03 程序；掌握 Gaussian03 程序使用方法；熟悉 Gaussian03 程序的界面与功能；了解 Gaussian03 程序输入、输出文件的格式及其基本内容。	难点： 数据的归纳和分析 注意事项： 分子结构构建的方法及准确性
19 物质偶极矩的测定	实验内容： 通过配置不同浓度乙酸乙酯-环己烷稀溶液，在恒温条件下，采用小电容测量仪直接测溶液的介电常数，并在准确获取折光率、密度等数据的基础上，处理数据得到偶极矩的大小 实验目的： 1. 了解偶极矩与分子电性质的关系 2. 掌握溶液法测定偶极矩的原理和方法	难点： 稀溶液法测定偶极矩的原理和操作；小电容仪的使用方法和数据处理方法 注意事项： 恒温槽、阿贝折光仪、电容仪、比重管的正确使用方法
20 络合物的磁化率测定	实验内容： 学习古埃天平的使用方法以及测定顺磁磁化率的原理和方法，并通过测定络合物的磁化率，求算未成对电子数和判断分子的配键类型。 实验目的： 1. 了解物质磁化现象的化学根源；学习磁天平测定磁化率的原理与方法 2. 掌握古埃法测量顺磁物质摩尔磁化率 3. 推算分子磁矩、未成对电子数，并判断分子配键类型	难点： 测量原理及正确操作技术的掌握和应用 注意事项： 古埃天平的使用方法和原理

制定人：周霞

审定人：

批准人：

日期：2016-4-16