

河北大学课程教学大纲

课程编号:	112029	
课程名称:	物性参数测定实验	
学分学时:	1.5 学分	60 学时
开课单位:	化学与环境科学学院	
撰 稿 人:	马志广	
审 核 人:	商艳丽	

2015 年 5 月 20 日制 (修) 订

《物性参数测定实验》实验教学大纲

(实验课程)

- ◆课程编号：112029
- ◆课程英文名称：Determination of the physical-chemical parameter
- ◆学分/学时：1.5 学分/60 学时
- ◆课程类型： 通识通修课程 通识通选课程
 学科基础必修课程 学科(跨学科)选修课程
 专业发展核心课程 专业发展拓展课程 集中实践课程
- ◆适用专业（专业类）：环境科学专业、环境工程专业
- ◆先修课程：高等数学、普通物理、化学基本操作实验

一、课程简介与教学目标

(一) 课程简介

物性参数测定实验是环境类专业开设的一门跨学科选修课程，是继高等数学、普通物理实验，化学基本操作实验等课程之后开设的一门独立的基础实验课。它利用物理方法来研究化学反应和相变等过程的规律，实验中常用多种仪器测量体系某些物理量变化为，经过处理实验数据得出该变化的某些参数。本课程的实验内容包括物理化学热力学、动力学、电化学、表面与胶体等方面的代表性实验，力求使开设的实验涵盖物理化学各分支学科研究方法的系统性和完整性。

(二) 教学目标与要求

该课程的教学目标是使学生系统地掌握物理化学各学科分支的基本实验技术和技能，学会重要的物理化学参数测定方法；掌握常见仪器的性能、用途和使用方法；培养学生仔细观察实验现象、正确记录数据和对实验数据分析归纳、从中找出规律以加深对物理化学基本原理、基本概念的理解，培养学生的动手能力、观察能力、思维能力、想象能力以及表达能力。

该课程要求学生重视实验预习，实验中认真仔细，记录实验数据和现象必须忠实、准确、整齐、清楚，实验报告整洁规范。

二、教学方式与方法

教学方式：实验教学。

教学方法：课前实验预习、课上现场讲授与演示、实验实施、分析讨论、课后完成实验报告。

三、教学重点与难点

(一) 教学重点

学生掌握物理化学基本实验技术和方法，培养学生动手能力和理论联系实际的能力。

(二) 教学难点

难点是实验原理和数据处理。

四、学时分配计划

从列出的以下实验中选取 12 个实验项目，即可达到学时数要求。项目的选取可以根据课程改革和专业的需要做适当调整和更新。

序号	实验项目名称	实验要求	实验类型	学时
一	液体饱和蒸汽压的测定	必修	验证性	5
二	乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定	必修	验证性	5
三	溶液表面张力的测定	必修	验证性	5
四	双液系的气液平衡相图	必修	验证性	5
五	二元金属相图的绘制	必修	验证性	5
六	蔗糖转化反应速率常数的测定	必修	验证性	5
七	界面移动法测定离子迁移数	必修	验证性	5
八	阳极极化曲线的测定	必修	验证性	5
九	差热分析法测定含水盐的脱水温度	必修	验证性	5
十	燃烧热的测定	必修	验证性	5
十一	过氧化氢分解速率常数的测定	必修	验证性	5
十二	电池电动势的测定	必修	验证性	5
十三	滴定法绘制三组分体系等温相图	选修	综合性	5
十四	氨基甲酸铵分解平衡常数的测定	选修	验证性	5
十五	配合物稳定常数的测定	选修	验证性	5
十六	比表面测定—溶液吸附法	选修	验证性	5
十七	凝固点降低法测量分子量	选修	验证性	5
十八	电导法测定弱电解质的电离常数	选修	验证性	5
十九	电导法测定表面活性剂溶液的临界胶束浓度	选修	验证性	5
二十	磁化率的测定	选修	验证性	5
二十一	胶体的制备及电泳	选修	验证性	5
二十二	溶液中化学反应速度常数的测定	选修	验证性	5
二十三	摩尔折射度的测定	选修	验证性	5
二十四	分子偶极矩的测定	选修	验证性	5
二十五	粘度法测定高分子化合物的分子量	选修	验证性	5
二十六	二过硫酸合铜(III)氧化乙二醇的动力学	选修	设计研究性	5
合计				130

五、教材与教学参考书

(一) 教材

《基础化学实验 4-物性参数与测定》，马志广、庞秀言主编，化学工业出版社，2009。

(二) 教学参考书

1. 《物理化学实验》，蔡显鄂 等，高等教育出版社，1993 年 6 月（第二版）；

2. 《物理化学实验》，杨百勤 主编，化学工业出版社，2001 年 1 月（第一版）。

六、课程考核与成绩评定

【考核类型】 考试 考查

【考核方式】 开卷（Open-Book） 闭卷（Close-Book） 项目报告/论文

其它：实验操作（填写具体考核方式）

【成绩评定】平时成绩占 60-70%，考试成绩占 30-40%。

七、课程内容概述

实验一 液体饱和蒸汽压的测定

（一）教学要求

1. 掌握纯液体的饱和蒸汽压随温度变化的关系—克拉贝龙—克劳修斯方程。
2. 用静态法测定丙酮在不同温度下的饱和蒸汽压，求其摩尔汽化热和正常沸点。

（二）知识点提示

相，相平衡条件。单组份体系两相平衡遵从的克拉贝龙方程。

（三）教学内容

测定纯液体在不同温度下的饱和蒸气压，计算其正常沸点及摩尔汽化热。

（四）思考题

1. 本实验中，如何求得丙酮的正常沸点？
2. 解释概念：液体的饱和蒸气压、沸点、正常沸点。

实验二 乙酸乙酯皂化反应速率常数的测定

（一）教学要求

1. 掌握电导法测定乙酸乙酯皂化反应速率常数的实验技术。
2. 掌握电导率仪的测量原理及使用方法。
3. 了解二级反应的特征。

（二）知识点提示

电导、电导率定义，电导率和浓度的关系，二级反应及速率方程，活化能和反应速率常数的关系。

（三）教学内容

利用电导法测定乙酸乙酯皂化反应速率常数。

（四）思考题

1. 本实验中配置碱溶液时要用电导水，如果用普通蒸馏水有无影响？为什么？
2. 为什么乙酸乙酯和碱溶液的浓度必须足够稀？

实验三 溶液表面张力的测定

(一) 教学要求

1. 掌握最大气泡法测定表面张力的原理和实验技术。
2. 测定不同浓度乙醇水溶液的表面张力，
3. 了解吸附量与浓度的关系。

(二) 知识点提示

表面现象，表面张力的定义和测定表面张力的原理，吸附量与浓度的关系。

(三) 教学内容

最大气泡法测定不同浓度乙醇水溶液的表面张力。

(四) 思考题

1. 影响本实验测量结果的主要因素有哪些？
2. 讨论吸附量、表面张力、溶液浓度三者之间的关系。

实验四 双液系气液平衡相图

(一) 教学要求

1. 掌握气-液平衡相图的绘制方法。
2. 掌握液体折光率的测定方法。
3. 确定恒沸温度和恒沸液的组成。

(二) 知识点提示

相的概念，相图的概念，二组分相图中点、线、面的意义，相图的用处。利用数据绘制相图。

(三) 教学内容

掌握气相组分的收集分析方法，绘制环己烷—乙醇双液系的气液平衡相图。

(四) 思考题

1. 本实验中，气液两相是如何达到平衡的？
2. 本实验采取了哪些措施防止或减少过热及分馏作用的产生？
3. 沸点仪中的冷凝贮存球体积过大或过小对测定有何影响？

实验五 二元金属相图的绘制

(一) 教学要求

1. 用热分析法绘制二元金属相图
2. 了解步冷曲线及相图中各曲线代表的物理意义。

(二) 知识点提示

相的概念，相图的概念，二组分相图中点、线、面的意义，金属相图的用处。利用数据绘制相图。

(三) 教学内容

热分析法绘制二元金属相图。

(四) 思考题

1. 实验用各样品的总重量为什么要求相等？如果不等会有什么影响？
2. 冷却速度快慢对实验有何影响？
3. 热电偶使用前为什么要进行校正？

实验六 蔗糖转化反应速率常数的测定

(一) 教学要求

1. 测定蔗糖转化反应速率常数和半衰期；
2. 掌握旋光仪的测量原理及使用方法

(二) 知识点提示

一级反应、准一级反应、二级反应、半衰期的概念，一级反应的速率方程，旋光度，催化。

(三) 教学内容

用旋光仪测定蔗糖转化反应速率常数和半衰期。

(四) 思考题

1. 估算本反应体系的初始旋光度。
2. 为什么蔗糖溶液的浓度不需要精确配置？
3. 蔗糖转化反应的速率常数和哪些条件有关？

实验七 界面移动法测定离子迁移数

(一) 教学要求

1. 掌握界面移动法测定离子迁移数的原理和方法。
2. 测定 H^+ 的迁移数及 H^+ 、 Cd^{2+} 的淌度。

(二) 知识点提示

离子的电迁移现象，离子迁移数和离子淌度定义，迁移数的测定方法。

(三) 教学内容

界面移动法测定 H^+ 的迁移数及 H^+ 、 Cd^{2+} 的淌度。

(四) 思考题

1. 离子迁移数与加在迁移管两端的电压大小有没有关系？为什么？
2. 影响离子迁移数的因素有哪些？

实验八 阳极极化曲线的测定

(一) 教学要求

1. 掌握恒电势法的测量原理及实验方法。
2. 恒电势法测定铁在碳铵溶液中的阳极极化曲线。

(二) 知识点提示

电极电势、极化、极化曲线的定义，正常极化曲线测定方法，金属钝化曲线测定方法。

(三) 教学内容

恒电势法测定铁在氨水的碳铵饱和溶液中的阳极极化曲线。

(四) 思考题

1. 阳极保护的原理是什么？
2. 测量回路中，三个电极各起什么作用？

实验九 差热分析法测定含水盐的脱水温度

(一) 教学要求

1. 了解差热分析仪的构造及测量原理。
2. 绘制 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 脱水过程的差热图谱，熟悉差热图谱定性解释方法。

(二) 知识点提示

硫酸铜脱水分三步，通过差热分析仪可以测定出脱水温度，从差热曲线能得到很多有用信息。

(三) 教学内容

研磨样品，绘制 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 等脱水过程的差热图谱，并从图谱上得到相应脱水信息。

(四) 思考题

1. 影响差热分析实验结果的因素有哪些？
2. 为什么差热分析中温度 T 必须在参比物中得到？

实验十 燃烧热的测定

(一) 教学要求

1. 掌握测定燃烧热的实验技术。
2. 了解量热卡计的结构和使用方法

(二) 知识点提示

反应热效应定义，热容的定义，等压热效应和等容热效应的关系。

(三) 教学内容

以苯甲酸测定体系热容，然后测定萘或蔗糖的燃烧热。

(四) 思考题

1. 如何利用等容燃烧热求得燃烧焓？
2. 如何安全使用氧气钢瓶？

实验十一 过氧化氢催化分解速率常数的测定

(一) 教学要求

1. 测定过氧化氢分解反应速率常数及半衰期。
2. 掌握量气法的操作方法。

(二) 知识点提示

一级反应的定义、速率方程，速率常数的单位，催化剂和催化反应。

(三) 教学内容

在室温下测定 KI 溶液催化过氧化氢分解反应速率常数及半衰期

(四) 思考题

1. 影响反应速率常数的因素有哪些？
2. 每次液面下降距离不同对测定结果有没有影响？

实验十二 电池电动势的测定

(一) 教学要求

1. 掌握对消法测定电动势的原理及方法；
2. 测定铜电极、锌电极的电极电势和铜锌电池的电动势。

(二) 知识点提示

可逆电极和可逆电池的定义，能斯特方程，对消法测定原理，电池电动势测定的用途。

(三) 教学内容

对消法测定几个电池的电动势，以饱和甘汞电极为参比，分别测定铜电极、锌电极的电极电势。

(四) 思考题

1. 对消法的测量原理是什么？
2. 盐桥的作用是什么？应选择什么样的电解质做盐桥？

实验十三 滴定法绘制三组分体系等温相图

(一) 教学要求

1. 掌握滴定法绘制三元等温相图的实验方法；
2. 掌握三角坐标绘制三元相图的方法

(二) 知识点提示

相和相图的概念，相图的应用，三组分相图中，各组分组成表示法，三组分相图的用途。

(三) 教学内容

滴定法绘制苯-醋酸-水三元体系的等温相图。

(四) 思考题

1. 为什么根据体系由清变浊的现象能确定相界面？
2. 本实验根据什么原理做出连结线？

实验十四 氨基甲酸铵分解平衡常数的测定

(一) 教学要求

1. 测量不同温度下氨基甲酸铵分解压力计算相应温度下氨基甲酸铵分解平衡常数。
2. 掌握静态法测定平衡压力的方法。

(二) 知识点提示

化学反应热力学平衡常数及经验平衡常数的定义，分解压力的测量，温度控制。

(三) 教学内容

调节和控制恒温槽的温度，样品管的使用，测定不同温度下氨基甲酸铵的分解压力。

(四) 思考题

1. 如何判断体系达到平衡？
2. 平衡管里的液体如何选择？

实验十五 光密度法测定络合物稳定常数

(一) 教学要求

1. 掌握光密度法测定络合物组成及稳定常数的基本原理与方法。
2. 熟悉分光光度计的使用方法。

(二) 知识点提示

络合物稳定常数的定义，分光光度法测定原理，比尔定律。

(三) 教学内容

光密度法测定 Fe^{2+} 与铁钛试剂形成的络合物的稳定常数。

(四) 思考题

1. 络合物稳定常数受哪些因素和条件的影响？
2. 如何测定络合物的逐级稳定常数？

实验十六 比表面测定—溶液吸附法

(一) 教学要求

1. 测定活性炭在醋酸水溶液中对醋酸的吸附作用，并推算活性炭的比表面。
2. 掌握溶液吸附法测定固体比表面的实验技术

(二) 知识点提示

比表面的定义、测定方法。吸附现象。

(三) 教学内容

利用水浴恒温振荡器及滴定技术，测定活性炭在醋酸水溶液中对醋酸的吸附量，进而推算活性炭的比表面。

(四) 思考题

1. 讨论本实验产生误差的原因。
2. 为什么必须在恒温下测定？

实验十七 凝固点下降法测量分子量

(一) 教学要求

1. 用凝固点下降法测量分子量。
2. 掌握溶液凝固点的测定技术。

(二) 知识点提示

稀溶液的依数性，冰点降低公式的用途及适用条件。

(三) 教学内容

凝固点降低法测定萘或蔗糖的分子量。

(四) 思考题

1. 本实验如何确定凝固点的温度？
2. 什么叫过冷现象？过冷现象对测定分子量有什么影响？

实验十八 磁化率的测定

(一) 教学要求

1. 利用古埃磁天平测定物质的磁化率，计算摩尔磁化率，估算未成对电子数。
2. 掌握古埃磁天平测定磁化率的原理和方法。

(二) 知识点提示

磁矩，磁化率，顺磁性磁化率，反磁磁化率，磁天平。

(三) 教学内容

古埃磁天平测定硫酸亚铁和硫酸铜晶体粉末的磁化率。

(四) 思考题

1. 简述古埃法测定磁化率的原理。
2. 测定磁化率的有什么用处？

实验十九 电导法测定弱电解质的电离常数

(一) 教学要求

1. 掌握用电导率仪测定醋酸的电离平衡常数的方法；
2. 熟悉电导率仪的使用方法。

(二) 知识点提示

电导、电导率、摩尔电导率的定义，电离平衡常数。

(三) 教学内容

电导法测定醋酸的电离平衡常数

(四) 思考题

1. 什么叫溶液的电导、电导率和摩尔电导率？
2. 影响摩尔电导率的因素有哪些？
3. 电离平衡常数主要与哪些因素有关？

实验二十 电导法测定水溶液表面活性剂的临界胶束浓度

(一) 教学要求

1. 测定阴离子型表面活性剂—十二烷基硫酸钠的临界胶束浓度。
2. 掌握电导法测定离子型表面活性剂临界胶束浓度的方法。
3. 了解表面活性剂的临界胶束浓度含义。

(二) 知识点提示

电导、电导率、摩尔电导率的定义，胶体、胶束、临界胶束浓度。

(三) 教学内容

电导法测定离子型表面活性剂临界胶束浓度

(四) 思考题

1. 表面活性剂临界胶束浓度 cmc 的意义是什么？
2. 在本实验中，采用电导法测定 cmc 可能影响的因素有哪些？

实验二十一 胶体的制备及电泳

(一) 教学要求

1. 掌握胶体的制备方法。
2. 观察溶液中的电泳现象，掌握电泳实验方法，测定 ξ 电位。

(二) 知识点提示

胶体的定义，制备和纯化方法，电泳概念， ξ 电位。

(三) 教学内容

利用电泳仪测定氢氧化铁溶胶的 ξ 电位。

(四) 思考题

1. 电泳速度的快慢与哪些因素有关？
2. 如果电泳仪事先没洗净，管壁上残留微量电解质，对电泳测量结果将有什么影响？

实验二十二 溶液中化学反应速率常数的测定

(一) 教学要求

1. 学习测定反应级数，反应速率常数、活化能及指前因子的实验方法。
2. 了解碘钟法及其特点。
3. 了解影响溶液中离子反应速率的各种因素。

(二) 知识点提示

反应速率方程，反应级数及测定方法，活化能，阿伦尼乌斯公式，离子强度，碘钟法，

(三) 教学内容

测定溶液中过硫酸根与碘离子反应的速率方程

(四) 思考题

1. 碘钟法在什么条件下使用？
2. 能否推断本反应是简单级数反应还是复杂级数反应？

实验二十三 摩尔折射度的测定

(一) 教学要求

1. 了解分子偶极矩及其形成原因。
2. 了解分子极化率与摩尔折射度的关系。
3. 掌握使用摩尔折射度确定分子结构的方法。

(二) 知识点提示

分子偶极矩、摩尔折射度。

(三) 教学内容

测定几种化合物的摩尔折射度

(四) 思考题

1. 分析摩尔折射度的实验值与理论值产生误差的原因。
2. 如何用测定摩尔折射度的方法确定混合溶剂的组成？

实验二十四 分子偶极矩的测定

(一) 教学要求

1. 用溶液法测定丙酮分子的偶极矩，掌握溶液法测定偶极矩的主要实验技术。
2. 了解偶极矩与分子电性质的关系。
3. 掌握小型电容仪的使用方法。

(二) 知识点提示

偶极矩和极化度，摩尔变形极化度、摩尔转向极化度，介电常数。

(三) 教学内容

测定几种有机物质的偶极矩。

(四) 思考题

1. 在本实验中转向极化率如何测量？
2. 变形极化由哪几个部分组成？本实验在求偶极矩时，是如何考虑这一问题的？

实验二十五 粘度法测定高分子化合物的分子量

(一) 教学要求

1. 掌握乌式粘度计测定粘度的方法。
2. 测定聚乙烯醇的分子量

(二) 知识点提示

粘均分子量，粘度，相对粘度、增比粘度。

(三) 教学内容

粘度法测定聚乙烯醇的分子量。

(四) 思考题

1. 粘度法测定高聚物的分子量有何局限性？
2. 毛细管的粗细对实验结果有何影响？

实验二十六 二过硫酸合铜(III)氧化乙二醇的动力学

(一) 教学要求

1. 学习分光光度法研究反应的动力学规律。
2. 测定反应级数，测定反应的速率常数和活化能，拟定反应机理。

(二) 知识点提示

复杂反应，反应级数，反应速率常数，活化能、反应机理。

(三) 教学内容

用分光光度法测定二过硫酸合铜(III)氧化乙二醇的动力学

(四) 思考题

1. 标准曲线的用途？
2. 反应机理的拟定遵从哪些原则？