

《基础化学实验 D》教学大纲

实验名称：基础化学实验 D

学 分：2.5 分

总 学 时：40 学时

适用专业：近化工类（I）各专业（包括生物技术、生物工程、食品科学与工程及石油工程和油气储运工程等专业）

执 笔 人：张业中

审 订 人：谢修银

一、实验目的与任务

《基础化学实验 D》（即《物理化学实验》）是生物工程、生物技术、食品科学与工程及石油工程和油气储运工程等本科各专业继无机及分析化学实验、物理实验之后的一门重要的基础实验课程。它以数据测量为主要内容，以通过对实验数据的科学处理为手段来研究物质的物理化学性质及其化学反应规律。其主要目的是使学生初步了解物理化学的研究方法，掌握物理化学的基本实验技术和技能，学会控温、控压等实验条件的操作方法，熟悉物理化学实验现象的观察和记录、实验数据的测量和处理、实验结果的分析 and 归纳等一套严谨的实验方法和数据处理方法，从而加深对物理化学基本理论的理解，增强发现问题、分析问题和解决化学问题的技能和能力，初步学会从事科学研究的途径和方法。

《基础化学实验 D》综合了化学学科各领域所需要的基本研究工具和方法，它借助于物理学上光、热、电、磁等实验手段，来追踪化学变化过程中体系某些可测物理量的变化，并用数学原理和方法处理实验数据，得出科学结论。在物理化学实验中，学生通过测量和记录大量的实验数据，转换和处理大量数据，绘制很多图表，讨论思考题等，来培养学生实事求是的科学态度，严谨细致的工作作风，熟练正确的实验技能，分析问题和解决问题的能力等。对许多物理化学实验，可以通过不同的实验原理和方法测定不同的物理量来达到同一目的，因此能为学生提供综合运用所学知识和提出新的设计思想的实验场所，因此可以培养学生丰富的想象能力和创新能力。

二、教学基本要求

1. 基本实验操作及仪器的使用

学生应对下面物理化学实验所用仪器的工作原理、基本构造、使用方法及使用中的注意事项有一个基本的了解：恒温槽；贝克曼温度计；压缩气体钢瓶；氧弹式量热计；分光光度计；酸度计；电位差计；电导率仪；旋光仪等。

2. 实验记录

学会仔细观察实验现象，忠实、准确、完整记录原始实验数据和实验条件，学会分析实验现象。

3. 实验报告

完成实验报告是本课程的基本训练。一个实验成功与否，只有通过报告形式才能体现。所以做实验报告，能培养学生正确、有效的表达能力，它将使学生在实验数据处理、作图、误差分析、问题归纳总结等方面得到训练和提高，学生实验报告的质量在很大程度上反映了学生的实际水平和能力。

物理化学实验报告内容包括：实验目的和原理，实验仪器和试剂，实验条件，实验数据记录和处理，结果和讨论等。

数据处理应在明确原理、方法步骤及计算公式和有效数字的基础上，按法定单位标准进行运算、作图、列表等来得出结果，然后对结果进行误差分析，结合实验现象进行讨论、解

释或对实验提出改进意见。

学生的实验报告要求每个人独立完成。

三、实验项目与类型

序号	实验项目	学时	实验类型		必做	选做	备注
			基本性	综合性			
1	恒温槽的装配及性能测定	4	√		√		
2	液体的饱和蒸汽压的测定	4	√		√		
3	最大气泡法测溶液的 surface 张力	4	√		√		
4	电动势的测定及应用	4	√		√		
5	蔗糖水解反应速率常数的测定	4		√	√		
6	乙酸乙酯皂化反应的速率常数测定	4		√	√		
7	活性炭对甲基紫的吸附	4		√	√		
8	双液系气液平衡相图	4		√	√		
9	丙酮碘化反应速率常数的测定	4		√		√	二选一
10	过氧化氢的分解	4		√			
11	联机测定 BZ 化学振荡反应	4		√		√	二选一
12	粘度法测定高聚物的相对分子量	4		√		√	二选一
13	燃烧热的测定	4		√		√	二选一
14	溶解热的测定	4		√			
15	二组分简单共熔体系相图的绘制	4		√		√	二选一
16	三液系相图的绘制	4		√			

四、实验教学内容及学时分配

实验一 恒温槽的装配及性能测定 (4 学时)

1. 目的要求:

- (1) 了解恒温槽的构造及恒温原理, 初步掌握其装配和调试的基本技术;
- (2) 绘制恒温槽灵敏度曲线并测定恒温槽的灵敏度;
- (3) 了解水银接点温度计、继电器等仪器的基本测量原理和使用方法。

2. 方法原理

恒温槽的控温原理。

3. 主要实验仪器及材料

玻璃缸、电动搅拌器、1/10℃温度计、水银接点温度计、温度控制器(继电器)、贝克曼温度计。

4. 掌握要点:

- (1)掌握水银接点温度计、温度控制器（继电器）、贝克曼温度计的使用；
- (2)学会图解法绘制恒温槽灵敏度曲线并测定恒温槽的灵敏度。

5. 实验内容：

- (1) 恒温槽的装配；
- (2) 恒温槽的调试；
- (3) 温度波动曲线的测定；
- (4) 最佳与最差布局；
- (5) 影响温度波动曲线的因素。

实验二 液体的饱和蒸汽压的测定（4 学时）

1. 目的要求：

- (1)学习静态法测定液体饱和蒸气压与温度的关系；
- (2)用等压计测定在不同温度下苯的饱和蒸气压。

2. 方法原理

静态法测乙醇的饱和蒸气压的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1) 主要实验仪器：蒸气压测定装置一套；
- (2) 药品：异丙醇。

4. 掌握要点：

- (1)掌握气压计、U 型管压差计的使用方法和真空泵的使用；
- (2)学会图解法求苯的平均摩尔气化热和沸点。

5. 实验内容：

- (1)接好仪器设备；
- (2)检查系统是否漏气；
- (3)调节实验温度；
- (4)测定不同温度下的饱和蒸气压；
- (5)数据记录及处理。

实验三 最大气泡法测溶液的表面张力（4 学时）

1. 目的要求

- (1) 掌握最大气泡法测定表面张力的原理和技术；
- (2) 进一步了解气泡压力与半径及表面张力的关系。

2. 方法原理

最大气泡法测定表面张力的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1) 主要仪器：表面张力测定装置一套、恒温槽；
- (2) 药品：正丁酸。

4. 掌握要点

气泡压力的测定及吉布斯吸附公式。

5. 内容实验

- (1) 调节恒温槽温度；
- (2) 接好实验装置，检验是否漏气；
- (3) 调节压力，测表面张力；

- (4) 测不同温度的表面张力;
- (5) 数据记录及处理。

实验四 电动势的测定及应用 (4 学时)

1. 目的要求

- (1) 测定 Cu-Zn 电池的电动势和 Cu、Zn 电极的电极电势;
- (2) 学会一些电极的制备和处理方法。

2. 方法原理

对消法测原电池电动势的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1) 主要仪器: 综合电位差计、银电极、饱和甘汞电极、铜电极、盐桥;
- (2) 药品: 硝酸银、氯化钾、硫酸铜。

4. 掌握要点:

掌握电位差计的测量原理和正确使用方法。

5. 实验内容

- (1) 连接好仪器和各种电池;
- (2) 检流计调零;
- (3) 校正工作电流;
- (4) 测定待测电池的电动势;
- (5) 数据处理。

实验五 蔗糖水解反应速率常数的测定 (4 学时)

1. 目的要求

- (1) 了解旋光仪的原理, 构造及使用方法;
- (2) 了解旋光法测定蔗糖水解反应速率常数的原理。

2. 方法原理

- (1) 旋光仪的原理;
- (2) 旋光法测定蔗糖水解反应速率常数的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1) 主要仪器: 旋光仪、叉形反应管、恒温槽、秒表、容量瓶、移液管;
- (2) 药品: 蔗糖、HCl 溶液。

4. 掌握要点:

- (1) 了解该反应的反应物浓度与旋光度之间的关系;
- (2) 了解旋光仪的构造、基本原理, 掌握其正确的使用方法。

5. 实验内容:

- (1) 仪器零点校正;
- (2) 恒温水浴蔗糖及盐酸溶液。等体积混合两溶液, 每隔 5 分钟测定溶液的旋光度;
- (3) 另取一份溶液于高温混合并反应 2 小时后, 测其旋光度;
- (4) 数据处理及作图。

实验六 乙酸乙酯皂化反应的速率常数测定 (4 学时)

1. 目的要求

- (1) 了解反应速率常数的一种物理方法—电导法;
- (2) 掌握用电导法测定乙酸乙酯皂化反应速度常数和活化能的方法。

2. 方法原理

电导法测化学反应速率常数的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1) 主要仪器：电导率仪、恒温槽、秒表、叉形电导池、容量瓶、称量瓶；
- (2) 药品：乙酸乙酯、氢氧化钠。

4. 掌握要点

- (1) 掌握电导仪的使用方法；
- (2) 掌握二级反应的特点。

5. 实验内容

- (1) 恒温槽调节及溶液配制；
- (2) 初始电导率 κ_0 的测定；
- (3) κ_T 的测定；
- (4) 测量另一温度的 κ_0 , κ_T ；
- (5) 作图，求出反应速率常数及活化能。

实验七 活性炭对甲基紫的吸附 (4 学时)

1. 目的要求

测定活性炭在甲基紫溶液中的吸附作用，求出吸附等温线及弗兰德里胥(Freundlich)方程中的常数 K 和 n 。

2. 方法原理

用分光光度法测定活性炭在甲基紫溶液中的吸附作用。

3. 主要仪器及药品

- (1) 主要仪器：分光光度计、玻璃仪器烘干机；
- (2) 药品：甲基紫、活性炭。

4. 掌握要点

活性炭称量活性炭时要快，因活性炭易吸潮已预先干燥。

5. 实验内容

- (1) 在 6 个干净的银瓶内配制浓度为不同浓度的甲基紫溶液各 50 毫升并作标号；
- (2) 用减差法在每个瓶内倾入约 0.3 克(称准至 0.001 克)的活性炭；
- (3) 在振荡器上充分振荡扔分钟，使活性炭吸附达平衡；
- (4) 过滤：取滤液用分光光度计测定其吸光度。

实验八 双液系气液平衡相图 (4 学时)

1. 目的要求：

- (1)绘制环己烷—异丙醇双液体体系的沸点组成图，确定其恒沸组成和恒沸温度；
- (2)掌握回流冷凝法测定溶液沸点的方法；
- (3)掌握阿贝折射仪的使用方法。

2. 方法原理

- (1)阿贝折光仪的使用原理；
- (2)双液系气液平衡相图的绘制的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1)主要仪器：沸点仪、阿贝折光仪、调压变压器；
- (2)药品：无水乙醇、环己烷。

4. 掌握要点:

- (1)掌握测定双组分液体的沸点及正常沸点的方法;
- (2)掌握用折光率确定二元液体组成的方法。

5. 实验内容:

测定溶液的沸点及平衡时气—液两相的折射率。

实验九 丙酮碘化反应速率常数的测定 (4 学时)

1. 目的要求

- (1)测定用酸作催化剂时丙酮碘化反应速率常数;
- (2)通过本实验加深对复杂反应机理中平衡浓度法(或稳定法)的理解应用;
- (3)掌握 723 型分光光度计的正确使用

2. 方法原理

分光光度法测化学反应速率常数的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1)主要仪器: 723 型分光光度计 1 套; 秒表 1 只;
- (2)药品: 丙酮溶液; 盐酸溶液; 碘溶液。

4. 掌握要点

吸光度与反应速率常数的关系。

5. 内容实验

- (1)配制 I_2 标准溶液;
- (2)用 721 型分光光度计测定标准溶液的吸光度;
- (3)配制反应体系, 测定不同时刻 t 时的吸光度。

实验十 过氧化氢的分解 (4 学时)

1. 目的要求

- (1)熟悉一级反应特点, 了解反应浓度、温度和催化剂等因素对一级反应速度的影响;
- (2)用量体积法测 H_2O_2 分解反应的反应速度常数和半衰期. 并求反应活化能;
- (3)学会用图解法求出一级反应的反应速度常数。

2. 方法原理

量体积法测 H_2O_2 分解反应的反应速度常数的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1)主要仪器: 超级恒温槽一台; 量气管一支; 水位瓶一个; 电磁搅拌器一台;
- (2)药品: 30% H_2O_2 ; KI。

4. 掌握要点

- (1)掌握用量体积法测 H_2O_2 分解反应的反应速度常数和半衰期;
- (2)掌握用图解法求出一级反应的反应速度常数。

5. 内容实验

- (1)配制 H_2O_2 溶液和 KI 溶液;
- (2)检漏;
- (3)测量 H_2O_2 分解反应时量气管的体积。

实验十一 联机测定 BZ 化学振荡反应 (4 学时)

1. 目的要求

- (1)了解 Belousov-Zhabotinsky 反应(简称 BZ 反应)的基本原理, 掌握研究化学振荡反

- 应的一般方法；
- (2) 掌握在硫酸介质中以金属铈离子作催化剂时，丙二酸被溴酸氧化体系的基本原理；
- (3) 了解化学振荡反应的电势测定方法。
2. 方法原理
化学振荡反应的 FKN 机理。
3. 主要实验仪器及材料
(1) 主要仪器：微机测定 BZ 振荡反应实验系统，超级恒温槽；铂电极；饱和甘汞电极；
(2) 药品：丙二酸溶液；溴酸钾溶液；硫酸铈铵溶液；硫酸溶液。
4. 掌握要点
从振荡反应图谱获得诱导期和振荡周期的数据，并加以分析。
5. 内容实验
(1) 参照“BZ 振荡反应数据采集接口装置的使用方法”完成接线及启动计算机，打开 BZ 振荡反应数据采集接口装置电源，打开“超级恒温水浴”电源，打开循环泵，打开并调节好磁力搅拌器。
(2) 打开计算机，运行 BZ 振荡反应实验软件，进入主菜单，按主菜单的提示一步步完成实验

实验十二 粘度法测定高聚物的相对分子量（4 学时）

1. 目的要求
(1) 掌握粘度法测高聚物相对摩尔质量的原理。
(2) 用乌氏粘度计测定聚丙烯醇的相对摩尔质量。
2. 方法原理
以 $\lim_{c \rightarrow 0} \eta_{sp}/c = [\eta]$ 求特性粘度 $[\eta]$ ，用 $[\eta] = KM^a$ 求相对摩尔质量 M 。
3. 主要实验仪器及材料
(1) 仪器：乌氏粘度计
(2) 药品：聚丙烯醇
4. 掌握要点：
洗净毛细瓶，平行测定时，液体流经两刻度的时间误差小于 0.2 秒。
5. 实验内容：
(1) 配置一定浓度的聚丙烯醇溶液
(2) 准确移取 10ml 蒸馏水于洁净干燥的乌氏粘度计中，测 t_0
(3) 依次测 1/2、1/3、1/4、1/5 浓度时的 t 。

实验十三 燃烧热的测定（4 学时）

1. 目的要求：
(1) 用氧弹热量计测定萘的燃烧热；
(2) 明确燃烧热的定义，了解恒压燃烧热与恒容燃烧热的差别。
2. 方法原理
用氧弹式量热计测苯甲酸，萘燃烧热的原理。
3. 主要实验仪器及材料
(1) 主要仪器：氧弹式量热计、氧气钢瓶、万用表、数字式精密温差测量仪；
(2) 药品：苯甲酸、萘。
4. 掌握要点
(1) 掌握氧弹热量计的实验技术；

(2) 掌握雷诺图解法校正温度改变值的方法。

5. 实验内容

(1) 洗净量热计及其附件；

(2) 样品压片；

(3) 充氧气；

(4) 调节内筒水温；

(5) 点火。点燃之后每隔 0.5 分钟记录温度一次，约 30 次后停止实验。

数据记录及处理。

实验十四 溶解热的测定（4 学时）

1. 目的要求：

(1) 了解电热补偿法测定热效应的基本原理及仪器使用；

(2) 测定硝酸钾在水中的积分溶解热，并用作图法求得其微分稀释热、积分稀释热和微分溶解热；

(3) 初步了解计算机采集处理实验数据、控制化学实验的方法和途径。

2. 方法原理

电热补偿法测定热效应的基本原理。

3. 主要实验仪器及材料

(1) 主要仪器：量热计（包括杜瓦瓶、电加热器、磁力搅拌器）1 套，反应热数据采集接口装置 1 台，精密稳流电源 1 台，计算机 1 台；

(2) 药品：硝酸钾。

4. 掌握要点

掌握用作图法求得硝酸钾在水中的微分稀释热、积分稀释热和微分溶解热。

5. 实验内容

(1) 安装连接实验装置；

(2) 称取八份质量分别约为 2.5、1.5、2.5、3.0、3.5、4.0、4.0、4.5 g 的硝酸钾；

(3) 在台天平上称取 216.2 g 蒸馏水于杜瓦瓶内；

(4) 打开计算机，运行“SV 溶解热”程序，点击“开始实验”，并根据提示一步步完成实验。

实验十五 二组分简单共熔体系相图的绘制（4 学时）

1. 目的要求：

(1) 学会用热分析法测绘 Sn-Pb 二组分金属相图；

(2) 了解热电偶测量温度和进行热电偶校正的方法。

2. 方法原理

测绘金属相图常用的实验方法是热分析法，其原理是将一种金属或合金熔融后，使之均匀冷却，每隔一定时间记录一次温度，表示温度与时间关系的曲线叫步冷曲线。

3. 主要实验仪器及材料

(1) 调压器，加热保温电炉，双振开关，杜瓦瓶，记录仪，大、小号硬质试管，热电偶，UJ-25 型电位差计。

(2) 药品：铅，锡，硅油。

4. 掌握要点

掌握用热分析法测绘 Sn-Pb 二组分金属相图，绘制步冷曲线。

5. 实验内容

- (1) 热电偶的制备；
- (2) 样品配制；
- (3) 绘制步冷曲线；

实验十六 三液系相图的绘制 (4 学时)

1. 目的要求

绘制乙酸—氯仿—水三组分液—液系统相图。

2. 方法原理

绘制具有一对共轭溶液的三组分相图的原理。

3. 主要实验仪器及材料

- (1) 仪器：酸式滴定管、碱式滴定管、锥形瓶、移液管、分液漏斗；
- (2) 药品：氯仿、冰乙酸、标准氢氧化钠溶液。

4. 掌握要点

- (1) 滴定终点的确定；
- (2) 三液系相图的绘制。

5. 实验内容

- (1) 取一定体积的乙酸和氯仿于 100 ml 锥形瓶中混合；
- (2) 滴加水至溶液恰好由清变浊，记录水的体积；
- (3) 再加入一定体积的乙酸，使溶液由浊变清，记录乙酸的体积；
- (4) 重复 (2)、(3) 的操作；
- (5) 记录数据，并绘制三相图。

五、考核办法

采用平时成绩+实验操作考试成绩的考核方式：总成绩=平时成绩×60%+实验操作考试成绩×40%，平时成绩以学生平时实验成绩综合为准，平时成绩和实验操作考试成绩由实验预习 10%、实际操作 30%、实验结果 20%、实验报告 40%四部分构成。

六、实验教学指导书和参考书

1. 东北师范大学等校编，《物理化学实验》(第二版)，高等教育出版社，1994 年
2. 孙尔康、徐维清、邱金恒编，《物理化学实验》(第二版)，南京大学出版社，1998 年
3. 蔡显鄂等编，《物理化学实验》(第二版)，高等教育出版社，1996 年
4. 北京大学化学系物理化学教研室编，《物理化学实验》(第三版)，北京大学出版社，1995 年